

Aus dem Institut für Obstbau
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Direktor: Prof. Dr. W. Gruppe

in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenkrankheiten
der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt
für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim/Rhg.
Prof. Dr. F. Stellwaag-Kittler

**Zeitliche Veränderungen der Makroelemente
in einjährigen Organen der Rebe
(*Vitis vinifera* L. Sorte Riesling)**

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Diplomlandwirt Ahmad Djabarian
geboren in Ghoutchan/Iran

Gießen 1970

Aus dem Institut für Obstbau
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Direktor: Prof. Dr. W. Gruppe

in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenkrankheiten
der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt
für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim/Rhg.
Prof. Dr. F. Stellwaag-Kittler

**Zeitliche Veränderungen der Makroelemente
in einjährigen Organen der Rebe
(*Vitis vinifera* L. Sorte Riesling)**

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Diplomlandwirt Ahmad Djabarian
geboren in Ghouthan/Iran

Gießen 1970



Dekan:

Prof. Dr. P. Grossmann

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. W. Gruppe

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. H. Linser

Tag der mündlichen Prüfung: 16. April 1970



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung und Problemstellung	1
II. Literaturübersicht	4
III. Material und Methoden	9
1. Pflanzen, Standort und Pflegemaßnahmen	9
2. Probeentnahme und Termine	13
3. Aufteilung und Aufbereitung der Proben	14
4. Analysenverfahren	15
5. Verrechnung	17
IV. Ergebnisse	18
1. Trieblänge und Blattanzahl	18
2. Frisch- und Trockengewichte	18
3. Stickstoff	28
4. Phosphor	42
5. Kalium	56
6. Calcium	70
7. Magnesium	84
8. Verhältnisse der Mineralstoffe	99
9. Schätzung des Entzuges	113
V. Diskussion	119
VI. Zusammenfassung	126
VII. Literatur	128

Es ist mir eine ehrenvolle Pflicht, Herrn Professor Dr. rer. hort. W. Gruppe, Direktor des Institutes für Obstbau, der Justus-Liebig-Universität, Giessen, für die Überlassung des Themas, die stets wohlwollenden Ratschläge, Hinweise und Anregungen bei der Durchführung meiner Arbeit an dieser Stelle zu danken.

Die Untersuchungen wurden im Institut für Pflanzenkrankheiten der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt in Geisenheim durchgeführt. Herrn Professor Dr. F. Stellwaag-Kittler, dem Leiter des Institutes, danke ich sehr herzlich für die vielseitige Unterstützung, die wertvollen Ratschläge, die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes und die Mühen bei der Beschaffung der erforderlichen Mittel.

Mein besonderer Dank geht an Herrn Professor Dr. W. Feucht. Er vermittelte mir nicht nur wertvolle Hinweise und Anregungen, sondern machte mich in zahlreichen Diskussionen mit den entwicklungsphysiologischen Eigenschaften der Mineralstoffe vertraut.

Ebenso geht mein aufrichtiger Dank an alle diejenigen, die mir bei der Durchführung meiner gesamten Arbeit helfend zur Seite standen.

I. Einleitung und Problemstellung

Untersuchungen über den Mineralstoffgehalt von Pflanzen werden aus sehr verschiedenen Gründen durchgeführt, die sich unter drei Hauptgesichtspunkten zusammenfassen lassen: (a) zur Ermittlung des Mineralstoffentzuges aus dem Boden; hieraus lassen sich Anhaltspunkte für eine Ersatzdüngung ableiten, (b) für diagnostische Zwecke zur Abschätzung des augenblicklichen Ernährungszustandes der Pflanzen hinsichtlich der einzelnen Mineralstoffe, die wiederum für praktische Zwecke Hinweise auf die Düngerwirkungen geben und (c) zur Untersuchung physiologischer Probleme in der Pflanze im Zusammenhang mit dem Wachstum, dem Transport und der Verteilung von Nährstoffen im Verlauf der Entwicklung der Gesamtpflanze und einzelner Organe.

Bei der Rebe liegen über den Mineralstoffentzug ältere Untersuchungen von WAGNER (1907, 1911, 1924) und HERSCHLER (1933) vor. Aus der Neuzeit sind die Untersuchungen von LAFON et al (1964, Frankreich) bekannt. In der Folgezeit haben besonders die Untersuchungen von LAGATU und MAUME (1924, 1932) in Montpellier mit der "Diagnostic foliaire" das Interesse auf diese Methode gelenkt. HERSCHLER (1933) in Deutschland gibt kritische Werte für Kalium an. In den USA führte besonders ULRICH (1942) systematische Untersuchungen zur Blattanalyse bei Reben durch, wobei er insbesondere die Faktoren aufzeigt, die außer dem Versorgungsgrad die Mineralstoffgehalte in den Blättern und - von ihm bevorzugt - Blattstielen beeinflussen. In der Regel handelt es sich um die Ermittlung kritischer Bereiche, die aus Düngungspartellen oder Erhebungen gewonnen werden. In Deutschland ist die Blattanalyse in neuerer Zeit hauptsächlich dafür eingesetzt worden, Mängel und Toxizitätserscheinungen eindeutig zu ermitteln; in der BRD waren es vor allem GÄRTEL (1954, 1955, 1958, 1959 und 1965), STELLWAAG (1953) und STELLWAAG und KNICKMANN (1959). BECKER (1967) konnte erstmals für deutsche Verhältnisse Angaben über die Bereiche der Makroelemente in Blattproben der Sorte Riesling geben, die unter üblichen Anbaubedingungen im Rheingau auftreten.

In den letzten Jahren konnte bei verschiedenen Kulturpflanzen festgestellt werden, daß bei intensiver Düngung und Pflege bei optimaler bis überoptimaler Stickstoff-,

Kali- und Phosphor-Versorgung physiologische Störungen an einzelnen Organen, vor allem den Früchten, auftraten. Hierzu zählt beim Apfel die Stippigkeit, die durch eine Unterversorgung der Frucht mit Calcium hervorgerufen wird (ASKEW et al 1959, 1960; BAXTER 1962; KIDSON et al 1963, MARTIN et al 1964). Auch bei den Tomaten wird das Auftreten der Blütenendfäule (blossom-end rot) erhöht, wenn der Ca-Gehalt der Frucht abnimmt und das K/Ca-Verhältnis ansteigt (EVANS and TROXLER 1953; GERALDSON 1957; LYON et al 1942; MAYNARD et al 1957; EL-ASDOUDI 1966). Ein weiteres Beispiel für eine gestörte Mineralstoffverteilung wird im Falle der Stielähme bei der Rebe angenommen. STELLWAAG-KITTLER (1962, 1964, 1965 und 1966) fand, daß das Auftreten dieser Krankheit sich in der Eintrocknung der Traubenziele äußert und bewirkt, daß die Nährstoffeinlagerung in die Beeren gestoppt wird. Als Ursache wird eine temporäre Veränderung des Verhältnisses $K/Ca + Mg$ oder des Mg allein angenommen. Diese Befunde wurden inzwischen von DIETRICH (1965, 1966) und LAUBER und MITARBEITER (1966) sowie HOPP (1965) bestätigt.

Damit hat sich der Schwerpunkt der Untersuchungen über die Mineralstoffe in der Pflanze mehr in den physiologischen Bereich verlagert, wobei nicht mehr - wie im Falle der Blattanalyse - die Zusammensetzung eines einzigen Organs herangezogen wird, sondern vielmehr die während der zeitlichen Entwicklung auftretenden Veränderungen in sämtlichen Organen der Pflanze, und insbesondere der Frucht, verfolgt werden. Hierbei spielen Probleme des Phloems bzw. Xylemtransportes (ZIEGLER 1962) und der zeitlichen Verteilung und Konzentrationen in den verschiedenen Organen und Geweben eine große Rolle.

Zunächst ist die Nährstoffzusammensetzung der einzelnen Organe einer Pflanze - entsprechend ihrer unterschiedlichen Funktion und Stellung - verschieden. Weiter ändert sich der Nährstoffbedarf und damit die Nährstoffzusammensetzung eines Organes im Laufe der Vegetationsperiode in sehr weiten Grenzen. In welchem Maße die Wanderungsrichtung von markiertem $^{14}CO_2$ innerhalb der Rebe davon beeinflusst wird, zeigt KOBLET (1969): Mit fortschreitender Vegetationsperiode wird graduell fast der gesamte Langtrieb vom basipetalen Transportgefälle eingenommen. Auch für die Mineralstoffe in der Rebe muß ein Wechsel der Transportintensität und -richtung angenommen werden. Allerdings ist bekannt, daß die Mobilität, Anhäufung

und evtl. die Remobilisierung bei den einzelnen Elementen unterschiedlich ausgeprägt sind (MARSCHNER-MICHAEL 1962, ZIEGLER 1963).

Es war das Ziel der vorliegenden Untersuchungen, die Veränderungen der Mineralstoffgehalte in den einzelnen Organen der einjährigen Sprosse von Reben – Triebachse, Blattstiele, Blattspreiten, Infloreszenz- bzw. Fruchtstandsgerüst, Beeren und Samen – während der Vegetationszeit vom Austrieb bis nach dem Blattfall zu ermitteln. Die teilweise parallel verlaufende Entwicklung von fruchtenden und vegetativen Organen an einem Trieb hat ohne Zweifel gewisse Konkurrenzwirkungen zur Folge. Aus den typischen Veränderungen der Gehalte und Mengen in den verschiedenen Organen würden sich wesentliche Orientierungshilfen für eine Beurteilung lokalisierter Entwicklungsstörungen ergeben. Außerdem ergibt sich bei diesem Vorgehen die Möglichkeit, die zeitliche Aufnahme der Mineralstoffe genauer, als es bisher möglich war, zu erfassen. Weiterhin ließen sich Vergleichswerte ermitteln, die zur Beurteilung von Mineralstoffgehalten dienen können, die von anderen Untersuchern zu sehr unterschiedlichen Terminen gewonnen wurden.

Als Objekt für die Untersuchungen wurde die Sorte Riesling im Rheingau auf der Unterlage 26 G gewählt. Die Reben standen in der Lage Rosengarten der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim, einer hochproduktiven Anlage in diesem Gebiet, die hervorragende Qualitätsweine bringt.

Die Untersuchungen erfolgten in den Jahren 1966, 1967 und 1968, um witterungsbedingte Unterschiede mit erfassen zu können. Hierbei erwiesen sich die Ergebnisse des Jahres 1966 als nahezu identisch mit denen von 1967, weshalb auf eine Darstellung und Beschreibung verzichtet wurde.

II. Literaturübersicht

Die meisten Autoren befaßten sich mit den Gehalten der Rebblätter und Blattstiele an N, P, K und Mg sowie ihren Beziehungen zum Ernährungszustand und Ertrag, z. B. WILHELM (1950 - 1954), GÄRTEL (1951 - 1955 - 1958 - 1959), STELLWAAG (1953), LARSEN et al (1955), SMITH et al (1957), STELLWAAG und KNICKMANN (1959). Diese Autoren versuchen, an Hand des Nährstoffspiegels der Blätter und der Blattstiele die Düngerbedürftigkeit des Bodens zu erfassen. Man geht dabei von der Annahme aus, daß Pflanzen bei normalem Wachstum einen bestimmten Nährstoffspiegel in ihren Organen aufweisen, bei dessen Unter- oder Überschreitung Wachstumsstörungen und Ertragsdepressionen eintreten, und daß zwischen den Nährstoffspiegeln in der Pflanze und den Nährstoffgehalten des Bodens bestimmte Korrelationen bestehen. Vielfach werden hierbei Antagonismus und Synergismen zwischen den Ionen erkennbar.

Nach HERSCHLER (1933), LAFON et al (1964) sowie HERNANDO und MENDIOLA (1965) sinkt in den Blättern (Bl.Lamina und Bl.Stiel) und in der Triebachse der N-Gehalt während der Vegetationsperiode ab. Über die optimale N-Versorgung liegen einige Befunde vor. SHAULIS und KIMBALL (1956) geben kurz nach der Blüte bei hohem Ertrag über 2 % N und bei schwachem Ertrag unter 1,5 % der Trockenmasse in den Blattstielen (der Sorte Concord) an.

BEATTIE und FORSHEY (1954) analysieren die Blattstiele ebenfalls. Nach ihnen beträgt der Durchschnittswert bei hohem Ertrag Ende Juli 1,08 %. LARSEN et al (1955) gibt für die Bl.Lamina bei hohem Ertrag Ende Juni einen Wert von 0,81 - 0,83 % N an. BENSON et al (1957) bezeichnen 1,5 % N in den Bl.Stielen als optimal. Diese Werte zeigen die außerordentliche Variabilität der Angaben, die von Sorte zu Sorte in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Entnahme und dem physiologischen Alter des Pflanzenteils abhängen.

BECKER (1967) fand in 160 Testparzellen im Rheingau bei der Sorte Riesling auf der Unterlage 5 BB während der Jahre 1965 und 1966 einen mittleren N-Gehalt in den Blattspreiten von 3,02 bzw. 2,77 % Ende Juni/Anfang Juli und im September bei

denselben Pflanzen einen mittleren Gehalt von 1,82 bzw. 2,18 % N.

Unter Anwendung von ^{15}N konnten DINTSCHAFF, STOEFF, PESCHAKOFF, KOLAROWA (1964) bei der Rebe zeigen, daß nur im Anfangsstadium der Entwicklung der dem Boden zugeführte N ausgenutzt wird. Er wandert in die Blätter, den Sommertrieb und in die Trauben, vorwiegend in Form von Ammonium und Nitrat-N sowie organischer, eiweißfreier N-Verbindungen. Zu Beginn der Reife und vor dem Laubfall wird das in den Blättern und Sommertrieben vorhandene Konstitutionseiweiß umgesetzt. Daraus ist zu schließen, daß diese N-Fraktion eine wesentliche Rolle im N-Gesamtstoffwechsel der Rebe spielt.

Der Phosphor-Gehalt in den Blättern (Bl. Stiel, Bl. Lamina) und in der Triebachse nimmt im Verlauf der Untersuchungszeit ab (COOK und KISHALA 1956, LAGATU und MAUME 1934, MAUME und DULAC 1948, HIROYASU 1961 und LAFON et al 1964). Über die optimalen P-Gehalte liegen einige Befunde vor:

LAGATU und MAUME (1934) geben zur Blütezeit 0,26 %, zur Zeit der Ernte 0,12 % P in den Blättern an; COOK und KISHALA (1959) nennen für junge Blätter 0,29 % und für Bl. Stiele 0,55 % sowie zur Zeit der Reife 0,07 % bzw. 0,15 % P. LARSEN et al (1955) stellen bei hohem Ertrag in den Bl. Stielen Mitte Juli 0,24 % P fest. COOK und KISHALA (1956) zeigen zu Anfang der Vegetation in den Bl. Stielen 0,55 % P und bei voller Reife 0,07 % P an. RODRIGUEZ et al (1965) errechneten einen optimalen Gehalt von 0,75 % P_2O_5 und einen Minimum-Gehalt von 0,35 %, der gerade noch das Auftreten von Mangelercheinungen verhindern soll.

Die Sorte Riesling zeigte im Rheingau (BECKER 1967) im Juni/Juli in den Jahren 1965 und 1966 einen mittleren Gehalt von 0,64 bzw. 0,49 % P_2O_5 in den Blattspalten, im September des ersten Jahres sank der Mittelwert auf 0,46 % ab, während er sich im zweiten Jahr auf 0,59 % P_2O_5 erhöhte.

KOLESNIKOW und PALKEK (1964) berichten, daß bei der Rebe nach dem Austrieb im Frühjahr ein Großteil des P aufgenommen und verlagert wird; und bei weiterem Wachstum besteht ein zusätzlicher Bedarf an P, weil die Früchte dieses Mineral relativ schnell aufnehmen.

CRUJEC et al (1964) haben bei der Rebe während der Fruchtreife die Nukleinsäuren und einige P-Verbindungen untersucht und fanden, daß der Gehalt an Nukleinsäuren zunimmt. Der P-Gehalt der Samen bleibt nahezu konstant, wobei einzelne P-Fractionen variieren.

Der Kalium-Gehalt in Blättern und Triebachsen nimmt im Laufe der Vegetationszeit ab (HERSCHLER 1933, SHAULIS 1954, HERNANDO und MENDIOLA 1965). In welchen Größenordnungen sich das Kalium in den Blattstielen der Sorte Concord von Anlagen mit guten Erträgen bewegt, zeigen BEATTIE und FORSHEY (1954) für die Anbauverhältnisse in Ohio mit Werten zwischen 1,07 bis 4,36 % K (Entnahme zwischen 7. und 24. Juli). In den 160 Riesling-Parzellen, die BECKER (1967) untersuchte, lagen die mittleren K_2O -Gehalte im Juni/Juli bei 1,62 % (1965) und 1,27 % (1966); im September lagen die Mittelwerte bei 1,36 bzw. 1,54 % K_2O , d.h. sie zeigten in dem einen Jahr eine Abnahme, im anderen Jahr eine Zunahme.

LELAKIS (1958) nennt bei ausreichender Versorgung der Rebe einen K_2O -Gehalt von $1,57 \pm 0,32$ % für das 4. und 5. Blatt. GÄRTEL (1965) findet bei gesunden Rebenblättern einen Kali-Gehalt von 1,2 bis 1,5 % T.S.

LARSEN, KENWORTHY und BELL (1955) nannten als Optimum in den Bl.Stielen 1,89 % K. GÄRTEL (1959) gibt folgende Werte für Ende September an: 1,91 als Minimum; 2,66 als Maximum und 2,26 % K als Optimum in den Stielen. GÄRTEL (1960) berichtet ferner, daß K den Beeren, selbst bei ungenügender Nachlieferung aus dem Boden durch Mobilisierung aus den Blattlamina, laufend zugeführt wird. Die Verfrachtung aus der Blattlamina in die Trauben setzt kurz vor dem Weichwerden des Beerenfleisches ein.

Der Calcium-Spiegel steigt in den Blättern im Laufe der Vegetationszeit an. (LAFON et al 1964, HIROYASU 1961, DUMKOW 1966). Bei Concord-Reben ergeben sich in Ohio in den Blattstielen gut tragender Anlagen Ca-Gehalte zwischen 0,73 und 1,35 % Trockenmasse bei Sammlung im Juli (BEATTIE und FORSHEY 1954). BECKER (1967) fand bei Riesling im Rheingau in den Blattspreiten in dem einen Jahr einen Anstieg von 0,95 % (Ende Juni) auf 1,70 % (September), im anderen Jahr lagen die Mittelwerte der 160 Parzellen höher, und zwar bei 1,36 bzw. 1,98 % Ca.

Ca-Mangelsymptome wurden von HAGLER und SCOTT (1949) und PEYER et al (1964) unter Mangelbedingungen im Gewächshaus beobachtet.

Die Gehalte an Magnesium in den Bl.Stielen liegen nach GÄRTEL (1959) fast doppelt so hoch wie die der Blattspreite. Eine gute Nährstoffversorgung liegt nach GÄRTEL (1959) vor, wenn mehr als 0,23 % Mg in der Blattlamina enthalten ist. BERGMAN et al (1959) fordern einen Mg-Gehalt von über 0,20 % T.S., LOTT (1952) und SHAULIS (1960) fanden einen günstigen Gehalt von 0,25 bis 0,45 % Mg in der T.S. für Vitis Labruscana. SUGIYAMA et al (1952) geben für Ende August 0,27 bis 0,5 % Mg an. DE HAAS und GRUPPE (1959) zeigten, daß die Obstgehölze bei optimaler Mg-Versorgung immer mehr als 0,2 % Mg T.S. der Blätter enthielten, daß unter 0,15 % leichte Aufhellungen und Nekrosen und unter 0,10 % Mg starke Aufhellungen und Nekrosen die Regel waren. SUGIYAMA et al (1952) fanden bei der Rebe im späten August einen Bereich zwischen 0,05 % und 0,25 % Mg Mangelsymptomen. Viele Autoren befassen sich mit den Bl.Stielen und geben an, daß an Hand von Bl.Stiel-Analysen die Mg-Versorgung der Rebe genauer überblickt werden kann.

BEATTIE und FORSHEY (1954) geben für Mitte Juli als gute Versorgung 0,14 - 0,097 % Mg, als sehr gute Versorgung 0,40 % Mg für die Bl.Stiele an. SHAULIS und KIMBALL (1956) konnten bei 0,2 % Mg in den Bl.Stielen keine sichtbaren Symptome feststellen (2 Monate nach der Blüte). Bei der Sorte Riesling im Rheingau fand BECKER (1967) Mg-Bereiche zwischen 0,07 und 0,52 %, wobei von Juni/Juli bis August sowohl abnehmende als auch zunehmende Tendenzen festzustellen waren.

GÄRTEL (1959) berichtet, daß die Rebblätter bei Mg-Mangel auch einen niedrigen Phosphatgehalt aufweisen. Er fand weiterhin, daß eine Mg-Düngung unter Umständen auf die Phosphor-Aufnahme besser wirkt als eine Phosphat-Düngung. In diesem Zusammenhang gibt TRUOG et al (1947) an, daß bei unzureichender Mg-Versorgung die Phosphat-Aufnahme gehemmt ist. In einer ausführlichen Arbeit referieren CLAUS und HEIMES (1963) über Mg-Mangel bei Reben und stellen fest, daß durch Zufuhr von Mg über dem Boden nicht der gewünschte reiche Ertrag erzielt werden kann.

Hinsichtlich der zeitlichen Aufnahme der Makroelemente konnte HIROYASU (1961) zeigen, daß die Wachstumsrate der Triebe Mitte April langsam beginnt und Anfang Juni/Mitte Juli ihren Höhepunkt erreicht, um Mitte September aufzuhören. Die Beeren entwickelten sich zwischen Ende Juli und Anfang August am kräftigsten. Er analysiert die N-, P-, K- und Mg-Gehalte in den Blättern und erkennt dabei, daß gegen Ende der Vegetation N, P, K und Mg der Blätter abnehmen; dagegen der Ca-Gehalt zunimmt. Er berichtet weiter, daß N, P und Mg in den Monaten Mai bis Juli am intensivsten aufgenommen werden. Kalium und Calcium werden von Mai bis September mit zunehmender Stärke absorbiert. Calcium herrscht unter allen in der Rebe nachweisbaren Makroelementen mengenmäßig vor; es folgen N, K, P und Mg.

LAFON, COUILLAND, CAY-BELLIL, LEVY (1964) beschäftigten sich mit dem Absorptionsrhythmus der Rebe in einem Vegetationszyklus. Sie fanden, daß sich der N-, P- und K-Gehalt in Blättern und Trieben während der Vegetationszeit senkt, hingegen in den Trauben stufenweise steigt. Aus den Ergebnissen der Blattanalyse wurde die jährlich gelieferte Nährstoffmenge pro Hektar mit 5000 Stöcken berechnet; Stickstoff: 66,84 kg; Phosphor: 9,21 kg; Kalium: 52,95 kg; Ca: 64,65 kg und Mg: 5,30 kg.

LAFON, COUILLAND, CAY-BELLIL und LEVY (1965) untersuchten auch die Einflüsse der Erziehungsmethoden auf die Mineralstoffzusammensetzungen von Rebblättern. Verglichen wurden niedrige, mit der traditionellen Methode erzogene Reben mit "Hochreben". Sie gewannen die Erkenntnis, daß die verschiedenen Erziehungsmethoden nicht die analytischen Resultate beeinflussen, wenn Blätter aus entsprechenden Höhen in gleichen physiologischem Zustand verglichen werden und der Ertrag ähnlich ist.

Aus der angeführten Literatur geht hervor, daß sich die meisten Arbeiten mit Blattstiel- oder Blattspreitenanalysen befassen, und daß eine alle Reborgane gleichzeitig erfassende Analyse über die gesamte Vegetationsperiode hinweg fehlt. Damit besteht auch ein Mangel an Kenntnissen über eine mögliche Mobilisation, Remobilisierung und Verteilung einzelner Nährstoffe in den verschiedenen Organen der Rebe.

III. MATERIAL UND METHODEN

1. Pflanzen, Standort und Pflegemaßnahmen

Die Untersuchungen erfolgten an der Sorte Riesling (Klon 198) auf der Unterlage 26 G (Trollinger x Riparia). Die Reben waren im Jahre 1959 in der Lage Rosengarten Geisenheim (Institut für Weinbau der Hess. Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau) gepflanzt worden. Sie hatten zu Beginn der Untersuchungen (1966) ein Alter von 7 Jahren. Die Stockabstände betragen 2,00 m und die Zeilenbreiten 1,50 m (Standraum/Stock 3,00 m²). Die Stammhöhe war einheitlich 0,70 cm, die Unterstützung erfolgte durch Drahtrahmen. Je Stock wurden jährlich 2 Bogreben mit 8 - 11 Augen angeschnitten.

Die Lage Rosengarten hat eine Süd-Exposition mit einer Neigung von 20 Grad. Der daraus resultierende Strahlungsgenuß beträgt nach MORGEN (1952) 98 kcal/cm² während der Vegetationszeit von April bis September und für das gesamte Jahr 128 kcal/cm².

Für Geisenheim im Rheingau (100 m über NN) gelten folgende Klimawerte:

Jahresmitteltemperatur:	9,9 °C (Mittel der Jahre 1931 - 1960)
Jahresniederschlag:	536 mm (Mittel der Jahre 1931 - 1960)
Sonnenscheindauer:	1670 Std.(Mittel der Jahre 1891 - 1930)
(Quelle: Dienststelle des Deutschen Wetterdienstes Geisenheim)	

Bei dem Boden handelt es sich um einen lehmigen Sandboden, der durch Rigolarbeiten sein natürliches Profil bis in eine Tiefe von rund 60 cm verloren hat und im Untergrund weniger als 2 % abschlämmbare Bestandteile <0,01 mm besaß (s.Tab.1).

Tabelle 1

Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in der Versuchsanlage Rosengarten, Geisenheim
(nach STEINBERG 1968)

Merkmal / Tiefe	cm	0-25	25-50	50-100
Steinanteil %		5,5	3,5	4,6
abschlämbbare Bestandt. unter 0,01 mm		14,2	17,5	1,6 %
Bodenart		IS	IS	S
pH-Wert in KCl		7,8	7,8	-
CaCO ₃ (nach SCHEIBLER) %		8,4	10,0	-
K ₂ O mg/100 g (DL-Methode)		38	43	-
P ₂ O ₅ mg/100 g (DL-Methode)		49	41	-
Mg mg/100 g (CaCl ₂ -Methode)		9	9	-

Der Witterungsverlauf der beiden Hauptuntersuchungsjahre 1967 und 1968 ist in Abb. 1 zusammengefaßt.

Die Vegetationsperiode 1967 zeigte zu Anfang (März, April und Mai) über dem langjährigen Mittel liegende Sonnenscheindauer und Niederschläge bei durchschnittlichem Temperaturverlauf. Die Blüte setzte am 12. Juni ein und dauerte bis zum 25. Juni. Nur im Monat Juli konnte man eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer, hohe Temperaturen und geringe Regenfälle verzeichnen. Im September herrschten bei ungewöhnlich hohen Niederschlägen und geringer Sonnenscheindauer etwa normale Temperaturen. Für den Reifeprozess der Rebe war der Witterungsverlauf nicht unbedingt zuträglich. Extrem ungünstig verlief die Witterung des Jahres 1968. Die Sonnenscheindauer und Temperaturen lagen während der ganzen Vegetationsperiode von Mai bis Ende September unter dem langjährigen Mittel, zudem waren die Niederschläge überdurchschnittlich hoch. Infolgedessen

Abbildung 1: Der Witterungsverlauf der Untersuchungsjahre

1967

1968



war die Entwicklung der Reben gehemmt; die Blüte setzte verspätet ein. Dies führte zu einem verzögerten Reifebeginn. Die geringe Sonnenscheindauer im Herbst ließ zudem nur eine langsame Zuckerbildung zu, so daß die Qualität zur Zeit der Ernte unter der von 1967 lag.

In der Anlage wurden folgende Pflegemaßnahmen durchgeführt:

Die Bodenbearbeitung erfolgte in den beiden Jahren einheitlich und begann im April mit dem Abflügen; es folgte ein 4-maliges Grubbern bis zum August. Nach der Lese wurde angepflügt.

Als Düngung wurden gegeben: Am 11. April 1967 = 120 kg/ha N (schwefelsaures Ammoniak), 120 kg/ha K_2O (Kalimagnesia), 90 kg/ha P_2O_5 (Superphosphat) und zusätzlich am 7. Oktober 1967 400 Sack Torf. Am 3. April 1968 = 120 kg/ha N (Rustica-Stickstoff-Magnesia), 200 kg/ha K_2O und 150 kg/ha P_2O_5 als Phosphatkali.

Die Pflanzenschutzmaßnahmen bestanden aus 6 Spritzungen: 2 Vorblüte-, 1 Vollblüte-, 2 Nachblütespritzungen mit Dithane ultra 0,2 % und Netzschwefel 0,3 %; im Jahre 1968 nur mit Mancozeb 0,2 % und Schwefel 0,3 %.

Hinsichtlich des Schnittes wurden in der Anlage folgende Arbeiten durchgeführt: Im Frühjahr eines jeden Jahres erfolgte Entfernung des vorjährigen Holzes bei Belassung von 2 Bogreben, die auf 8 - 11 Augen angeschnitten wurden. Während der Vegetationszeit des Jahres 1967 wurden die wachsenden Triebspitzen routinemäßig entspitzt, später aber keinerlei weitere Laubbehandlungen vorgenommen. 1968 erfolgten im Sommer keinerlei Sommerschnittmaßnahmen, so daß die Triebe ungehindert wachsen konnten. Beide Methoden wiesen Vor- und Nachteile für die Untersuchungen auf. Durch das Entspitzen erfolgte eine anfängliche Reduzierung des Längenwachstums der Triebachse (in den Kurven besonders im August festzustellen). Durch Unterlassen aller Laubarbeiten (1968) wurde zwar das Längenwachstum der Triebachse nicht gestört, es kam aber zu einem verstärkten Botrytis-Befall, wodurch Blätter der Spitzenregionen und Geiztriebe besonders betroffen waren. Sie verloren schon vorzeitig ihre Blätter, so daß sich in den Kurven ab Mitte Sep-

tember eine Reduzierung in der Trockensubstanz der vegetativen Teile (insbesondere Blätter und Blattstiele) ergaben.

Botrytisbefall an den Trauben führte besonders in dem feuchten Jahr 1968 zu einem erheblichen Abfall von Beeren. Diese Beeren wurden *n i c h t* erfaßt, sondern nur die gesunden, an den jeweiligen Terminen an den Trauben befindlichen kamen zur Untersuchung. Hierdurch ergaben sich erhebliche Differenzen in den Werten der Beeren (o.S.) und auch der Kerne für die beiden Jahre.

2. Probeentnahme und Termine

In der Anlage standen ca. 300 Rebstöcke für die Untersuchungen zur Verfügung. Zu jedem Termin wurde in fortlaufender Reihenfolge von den einzelnen Stöcken jeweils eine Triebachse entnommen, und zwar aus 3 verschiedenen Positionen der Boglebe, wobei an jedem Stock nur einmal eine Triebachse entfernt wurde, insgesamt 9 Triebachsen von 9 verschiedenen Stöcken. Hierbei gingen wir folgendermaßen vor:

Vom 1. Stock wurden an der Boglebe jeweils die 2. Triebachse an der Basis abgeschnitten (die erste Triebachse wurde für die nächste Vegetationsperiode zur Verwendung als Boglebe belassen); vom 2. Stock die 3. Triebachse, vom 3. Stock die 4. Triebachse usw., wobei nach dem lateinischen Quadrat vorgegangen wurde, so daß jeweils dreimal die 2. Triebachse und dreimal die 4. Triebachse entfernt worden sind. Pflanzen, die im Habitus sichtbar vom Durchschnitt abwichen, wurden nicht in die Untersuchungen einbezogen. Die Proben wurden im Jahr 1967 fünfzehnmal und im Jahr 1968 dreizehnmal entnommen. Die Termine sind aus Tab. 2 zu ersehen.

Tabelle 2

Termine der Probeentnahmen in den Jahren 1967 und 1968

1967			1968		
Nr.	Termin	Bemerkungen	Nr.	Termin	Bemerkungen
1	24. Mai	Mischprobe	1	30. Mai	Mischprobe
2	5. Juni	Mischprobe			
3	12. Juni				
4	19. Juni	Blüte	2	20. Juni	
5	26. Juni		3	27. Juni	Blüte
6	10. Juli		4	4. Juli	
7	24. Juli		5	19. Juli	
8	7. August		6	1. August	
9	21. August		7	30. August	
10	4. Sept.		8	16. Sept.	
11	18. Sept.		9	28. Sept.	
12	2. Okt.		10	7. Okt.	
13	11. Okt.	Lese (Ernte)	11	14. Okt.	Lese
14	30. Okt.	starker Blattf.	12	25. Okt.	starker Blattf.
15	27. Dez.	entlaubte Tr.	13	27. Dez.	entlaubte Tr.

3. Aufteilung und Aufbereitung der Proben

Die Triebe wurden nach der Entnahme in folgende Teile zerlegt:

A) Vegetative Organe:

1. Die Triebachse (Tr.Achse) einschl. Ranken, die bei den Proben des Jahres 1968 weiter aufgeteilt wurde in Triebbasis (ca. 0 - 50 cm), was der Traubenzzone entspricht, Triebmitte (ca. 50 - 100 cm), Triebspitze I (ca. 100 - 150 cm). Ein weiterer Zuwachs wird als Triebspitze II bezeichnet. Achsen der Geiztriebe wurden getrennt erfaßt.
2. Die Blätter wurden 1968 ebenfalls wieder nach ihrer Position an der Triebachse entsprechend in Basis, Mitte, Spitze I und II aufgegliedert. Weiterhin trennten wir jeweils die Blattstiele ab, so daß sich 2 a) Blattstiele (Bl.Stiele) und 2 b) Blattspreiten (Bl.Lamina) ergaben.

Es wurden außerdem die Haupttrieblängen gemessen und die an der Triebachse befindlichen Blätter gezählt (einschl. der Blätter an den Geiztrieben). Die angegebenen Mittelwerte resultieren aus 9 Trieben von 9 Stöcken. Die vegetativen Organe der 9 Einzelpflanzen bei der 1. und 2. Probeentnahme des Jahres 1967 und der 1. Probeentnahme des Jahres 1968 wurden zu 3 Mischproben zusammengefaßt, da die Substanzmengen (besonders für die Blattstiele) sehr gering waren.

B) Fruchtende Organe

Der Fruchtstand wurde in folgende Teile zerlegt:

1. Die Beeren ohne Samen einschl. der Beerenschalen (Beeren o.S.)
2. Samen oder Kerne (Samen)
3. Rappen (bestehend aus dem Fruchtstandsgerüst und den Beerenstielen). Diese werden, obgleich ein vegetatives Organ (s. TROLL 1969), hier zu den fruchtenden gerechnet, weil sie im Gegensatz zu den oben angeführten im Laufe der Vegetationsperiode kein bedeutendes Wachstum mehr zeigen und auch bei der Ernte und den Ertragsermittlungen zusammen mit den Beeren erfaßt werden. Zur Blütezeit und an den beiden folgenden Terminen wurde nur zwischen Beeren einschl. Samen (der wenig entwickelt war) und Rappen aufgeteilt.

Nach den Frischgewichtbestimmungen wurden die Proben vor dem Trocknen in destilliertem Wasser gewaschen, dem Pril zugegeben war, und dann abgespült. Die einzelnen Proben wurden zuerst 5 Stunden bei 50 °C und danach ca. 24 Stunden bei 100 - 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Beim Fruchtfleisch erfolgte die Trocknung bei nur 60 °C, um eine Karamelisierung des Zuckers zu vermeiden. Nach der Bestimmung des Trockengewichtes wurden die Proben entweder sofort oder nach vorübergehender Lagerung in einer Labormühle zermahlen. Die fein gepulverte Trockenmasse lagerte in Papiertüten bei Zimmertemperatur.

4. Analysenverfahren

Vor der Einwaage wurden die Proben erneut über Nacht im Trockenschrank nachgetrocknet. Die Analysen erfolgten an 2 unabhängigen Einwaagen. Bei größeren Abweichungen wurde die entsprechende Serie wiederholt. Bei jeder Serie von 10 Proben wurde eine Standardprobe mit einbezogen.

Für die Aschenanalyse wurden 500 mg Substanz anschließend im Muffelofen bei 480 - 500 °C verascht. Das Einstellen der Tiegel erfolgte in den kalten Muffelofen. Nach der Veraschung und dem Abkühlen wurde die Asche mit 10 ml n HCl gemischt, auf einer Heizplatte gerade zum Kochen gebracht und in einen 50 ml-Kolben filtriert, wobei das Filtrat im Porzellantiegel mit weiteren 10 ml 2,5 n HCl nachgewaschen und mit doppelt destilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt wurde. In diesem Filtrat wurden Kalium, Calcium und Magnesium bestimmt⁺, und zwar:

Kalium	flammenphotometrisch mit Zeiss PMO II
Calcium und Magnesium	nach der Atomabsorptionsmethode unter Verwendung des Gerätes Zeiss PMO II mit Zusatzflamme FA
Phosphor	mit Molybdän-Vanadin nach SCHEFFER und PAJENKAMP (1951) und
Stickstoff ⁺⁺	nach Aufschluß mit Merck-Reagenz Nr. 9402, Destillation mit dem Auto-Analyzer (die Einwage betrug hierbei 100 mg T.S.)

+ Die umfangreichen Nährstoff-Untersuchungen sind in der Biologischen Bundesanstalt in Bernkastel-Kues durchgeführt worden. An dieser Stelle danke ich sehr Herrn Wiss. Oberrat Dr. Gärtel für sein freundliches Entgegenkommen und seine großzügige Unterstützung.

++ Zu großem Dank bin ich Herrn Dr. Nowak und seinen Mitarbeitern, Herrn Walter, Medizinische Forschung, Chem. Pharmakologie, Firma E. Merck verpflichtet, die die Stickstoffbestimmungen des aufgeschlossenen Materials ausführten.

5. Statistische Auswertung

Die Verrechnung der gewonnen Analysenwerte erfolgte durch die Abteilung für Biometrie der Landw. Fakultät, Giessen⁺. Als Beispiel sollen hier die Ergebnisse der Varianzanalyse für den Magnesiumgehalt der Blätter des Jahres 1967 angeführt werden (s. Tab. 3). In den folgenden graphischen Darstellungen werden die Signifikanzverhältnisse nur dann angeführt, wenn zwischen den Terminen keine signifikanten F-Teste vorlagen.

Tabelle 3

Varianzanalyse: Magnesiumgehalt der Blätter (in % T.M.)

Faktoren	FG	SQ	MQ	F-Wert	
Gesamt ^{x)}	215	0,4353			
Fehler	107	0,1191	0,0011		
Wiederholungen ^{xx)}	1	0,0010	0,0010	0,9384	n.s.
(1) Trieb-Position	2	0,0025	0,0012	1,1175	n.s.
(2) Pflanzen-Gruppe	2	0,0014	0,0007	0,6164	n.s.
(3) Entnahme-Termin	11	0,0749	0,0068	6,1189	++
WW (1) (2)	4	0,0052	0,0013	1,1700	n.s.
WW (1) (3)	22	0,0695	0,0032	2,8389	n.s.
WW (2) (3)	22	0,0563	0,0026	2,2989	n.s.
Rest	44	0,1053	0,0024	2,1499	

x) Gesamtfaktoren: 9 Pflanzen x 12 Entnahmetermine x 2 Analysenwerte
= 216 - 1 = 215 FG

xx) Analysenwiederholungen

(1) 3 Trieb-Positionen (2., 3. und 4. Trieb an der Bogenrebe)

(2) 3 Pflanzengruppen: 1. - 3.; 4. - 6. und 7. - 9. Pflanze

(3) 12 Entnahmetermine, die ersten beiden wurden nicht mit verrechnet, wegen Materialknappheit bei einigen Proben, da hier pro Termin 3 Mischproben verwendet wurden

WW bedeutet Wechselwirkungen zwischen (1), (2) und (3)

⁺ Herrn Dr. Müller und seiner Mitarbeiterin, Fr. Wettläufer, wird für die Unterstützung vielmals gedankt.

IV. ERGEBNISSE

1. Trieblänge und Blattanzahl

Der Austrieb begann in beiden Jahren Anfang Mai. Die ersten Proben wurden im Jahre 1967 am 24. Mai und 1968 am 30. Mai entnommen. Die weitere Entwicklung des Längenwachstums und Blattanzahl der Triebachsen ist in Abb. 2a und 2b wiedergegeben. 1967 konnte eine maximale mittlere Einzeltrieblänge von 242 cm festgestellt werden. 1968 zeigte sich ein steilerer Verlauf der Kurve (d.h. stärkeres Wachstum) infolge der reichlichen Wasserversorgung. Die mittlere maximale Trieblänge betrug 272 cm. Ein hoher Botrytisbefall hatte häufig ein Abbrechen der Spitze zur Folge. Daher ergab sich eine Reduktion der gesamten Trieblänge ab Mitte September auf ca. 220 cm. In beiden Jahren zeigte die Wachstumsrate der Triebachsen - nach anfänglich langsamem Anstieg - im Juni/Juli maximale Werte. Ab Beginn des Monats August nimmt die Zuwachsrates ab. Aus dem Wachstumsverlauf kann vermutet werden, daß der Rebsproß im Juni und Juli die meisten Nährstoffe beansprucht.

Die Anzahl der Blätter entspricht dem Triebzuwachs. Sie erreichen ihr Maximum jeweils Mitte September mit 74 Blättern im Jahre 1967 und 105 im Jahre 1968. Infolge des vorzeitigen Blattfalles waren beim letzten Entnahmetermin (1967 am 25. und 1968 am 30. Oktober) nur noch 45 bzw. 46 Blätter an den Trieben vorhanden. In diesen Zahlen sind die Werte sämtlicher Blätter und die der Geiztriebe enthalten.

2. Frisch- und Trockengewichte

2.1 Frischsubstanz

Das Frischgewicht der einzelnen Organe zu verschiedenen Zeitpunkten der Vegetationsperiode ist in Abb. 3a und 3b wiedergegeben.

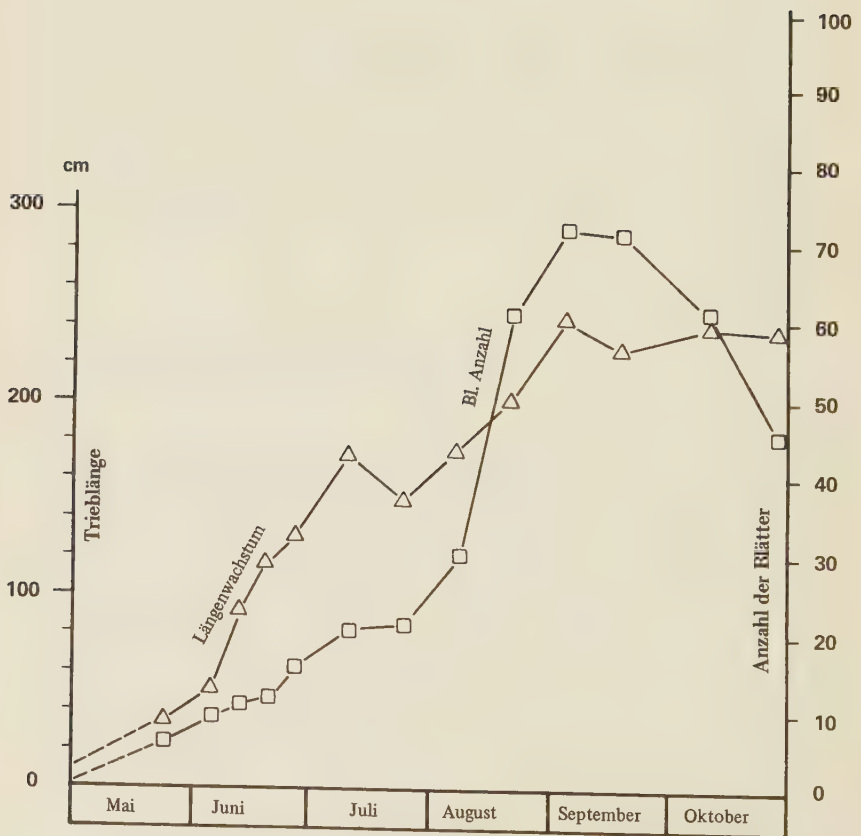
Es lag bei der Triebachse zur Zeit der ersten Probe-Entnahme im Jahr 1967 ein Frischgewicht von 9,58 g und 1968 von 8,66 g vor. Es folgte eine rasche Zu-

nahme bis zur Blütezeit, danach bis Mitte September (92 bzw. 117,2 g) eine langsame Zunahme. Zur Zeit der Lese betrug es noch 72 bzw. 100 g. Die Blattlamina zeigen von den vegetativen Organen die höchsten Werte, mit einem Maximum Mitte September in Höhe von 114 bzw. 125 g. Es folgt dann eine durch vorzeitigen Blattfall hervorgerufene Abnahme auf 62 bzw. 75 g, ehe der eigentliche Blattfall einsetzte. Parallel dazu zeigten die Blattstiele ein Maximum im September in Höhe von 24 bzw. 28 g Frischgewicht. Die Beeren (o.S.) erzielten die höchsten Werte an Frischgewicht. Das Frischgewicht nahm sehr stetig zu und erreichte zur Zeit der Lese 572 bzw. 200 g für 1967 bzw. 1968. In den Rappen (Infloreszenzgerüst) nimmt bis Mitte September das Frischgewicht in beiden Jahren leicht zu. Die maximalen Werte betrugen 26,50 bzw. 20,00 g pro Trieb. Eine leichte Abnahme ist ab September festzustellen. Die Samen besaßen die niedrigsten Werte. Für beide Untersuchungsjahre ist nur eine leichte Zunahme festzustellen. Kurz vor der Lese betrug das Frischgewicht 17 bzw. 16 g.

2.2 Trockensubstanz

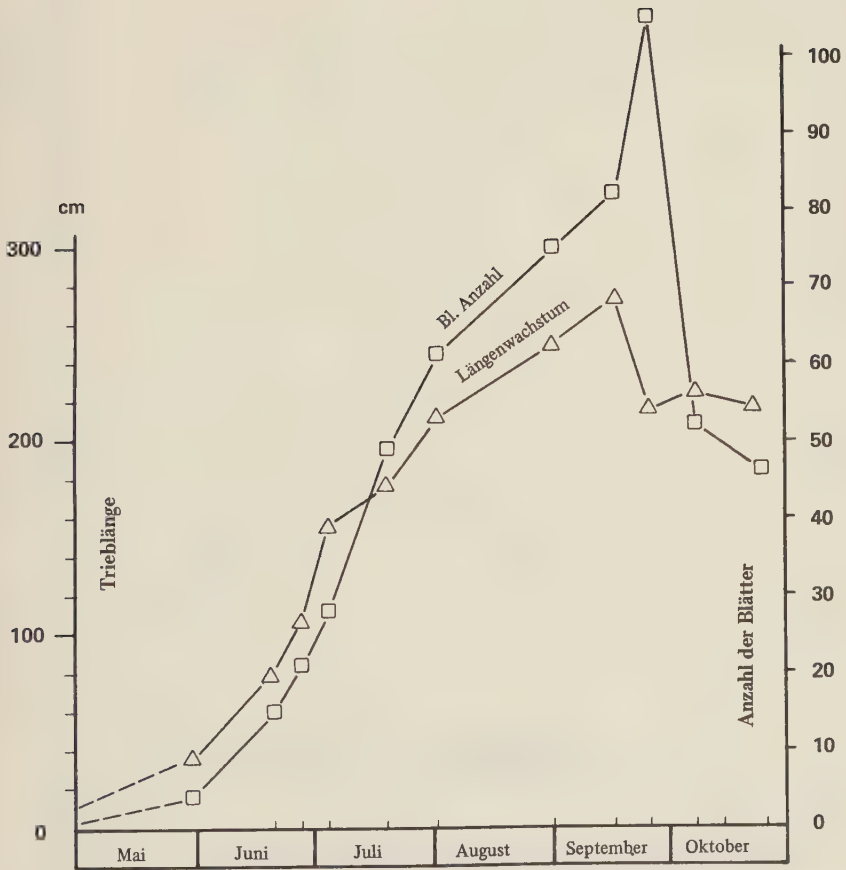
Der Verlauf der Trockengewichtszunahme in den einzelnen Organen der Rebe während der Vegetationsperiode ist in Abb. 4 zusammengefaßt. In den vegetativen Organen zeigten Triebachse und Blätter jeweils die höchsten Werte. In der Triebachse nahm in beiden Untersuchungsjahren das Trockengewicht stark zu und erreichte zur Zeit des Blattfalles 39 bzw. 44 g. In der Blattlamina nahm das Trockengewicht in beiden Jahren bis Ende August/Anfang September stark zu. Ab September machte sich wieder der vorzeitige Blattfall bemerkbar. Die höchsten Werte Mitte September lagen bei 34,76 bzw. 35,06 g im Jahre 1967 bzw. 1968. Die Blattstiele zeigten eine ähnliche Tendenz der Trockengewichtszunahme wie die Blätter. Die Maximalwerte betrugen im September 3,83 bzw. 4,79 g. Die Beeren (o.S.) erreichten im ersten Untersuchungsjahr die höchsten Werte. Sie hatten - verglichen mit den anderen Organen der Rebe - 1967 die höchste Trockengewichtszunahme. Die Werte betrugen zur Zeit der Ernte 1967 und 1968 50,66 bzw. 15 g. Die niedrigsten Werte zeigten Fruchtrappen in beiden Untersuchungsjahren, und zwar z. Z. der Lese 3,72 bzw. 3,56 g pro Trieb. Das Trockengewicht der Fruchtsamen lag zwischen dem von Beeren (o.S.) und Rappen. In beiden Untersuchungsjahren

Abbildung 2 a



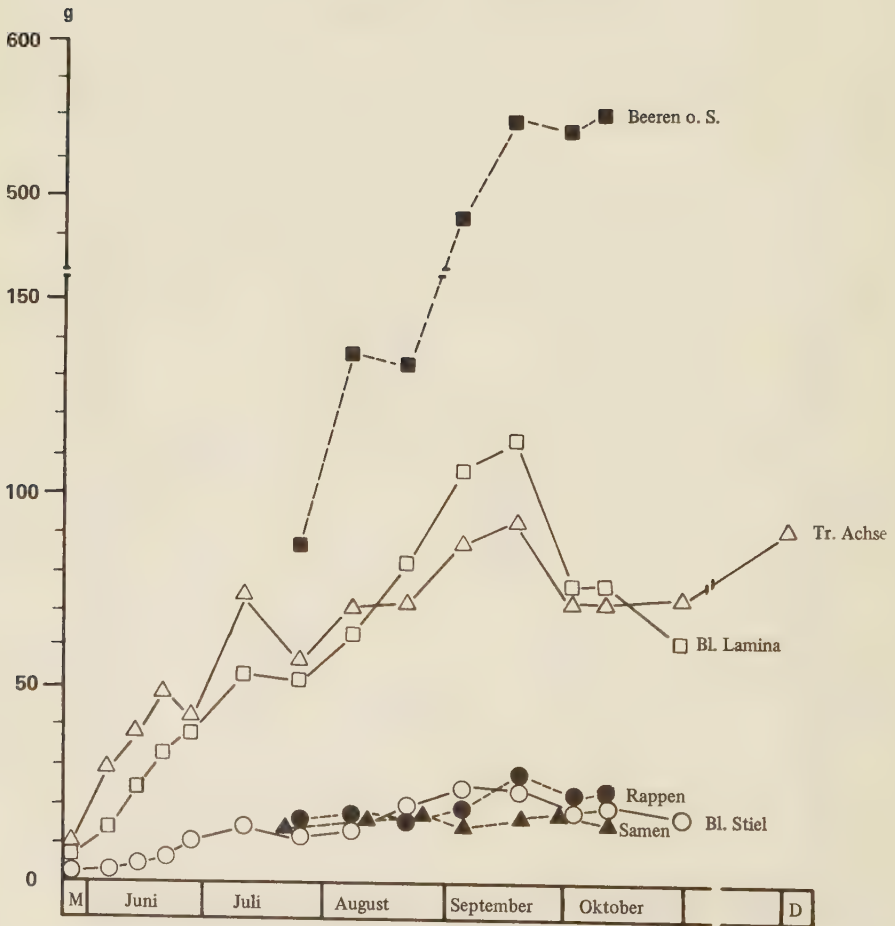
Mittleres Längenwachstum der Haupttriebachse (in cm) und mittlere Blattanzahl des 2. bis 4. Rebtriebes (einschl. Geiztriebe) der Sorte Riesling im Jahre 1967

Abbildung 2 b



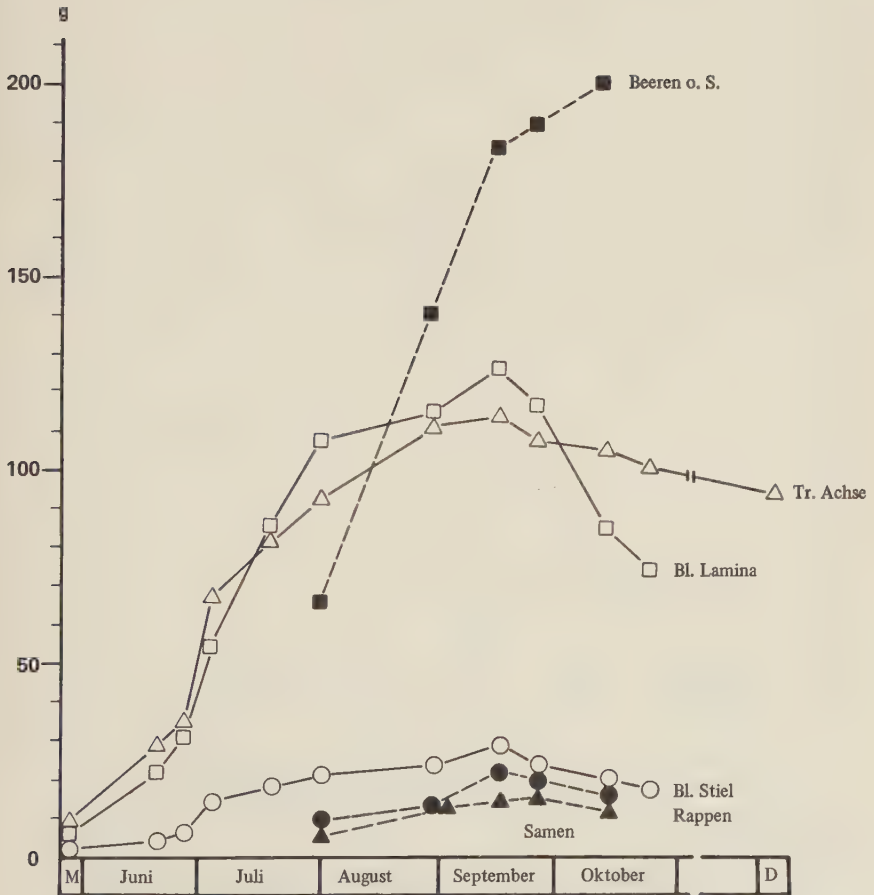
Mittleres Längenwachstum der Haupttriebachse (in cm) und mittlere Blattanzahl des
2. bis 4. Rebtriebes (einschl. Geiztriebe) der Sorte Riesling im Jahre 1968

Abbildung 3 a



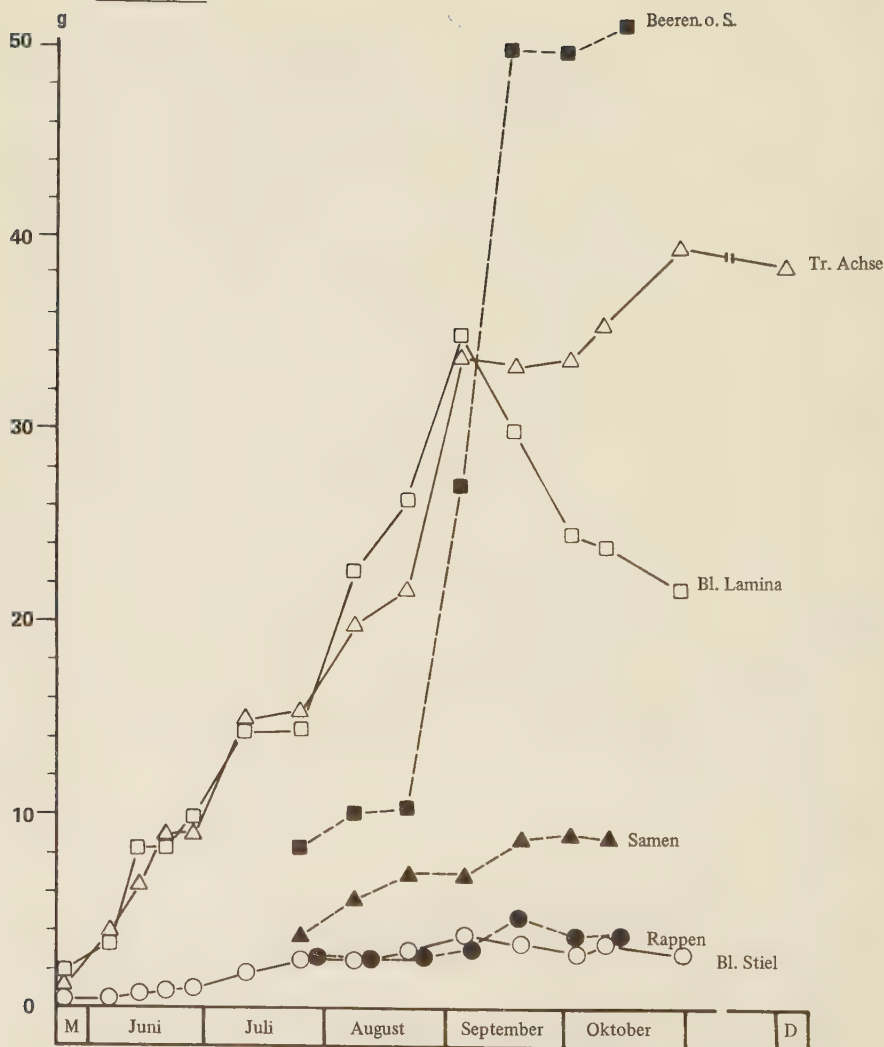
Mittlere Frischgewichte der einzelnen Organe des 2. bis 4. Rebtriebes der Sorte Riesling während der Vegetationszeit 1967

Abbildung 3 b



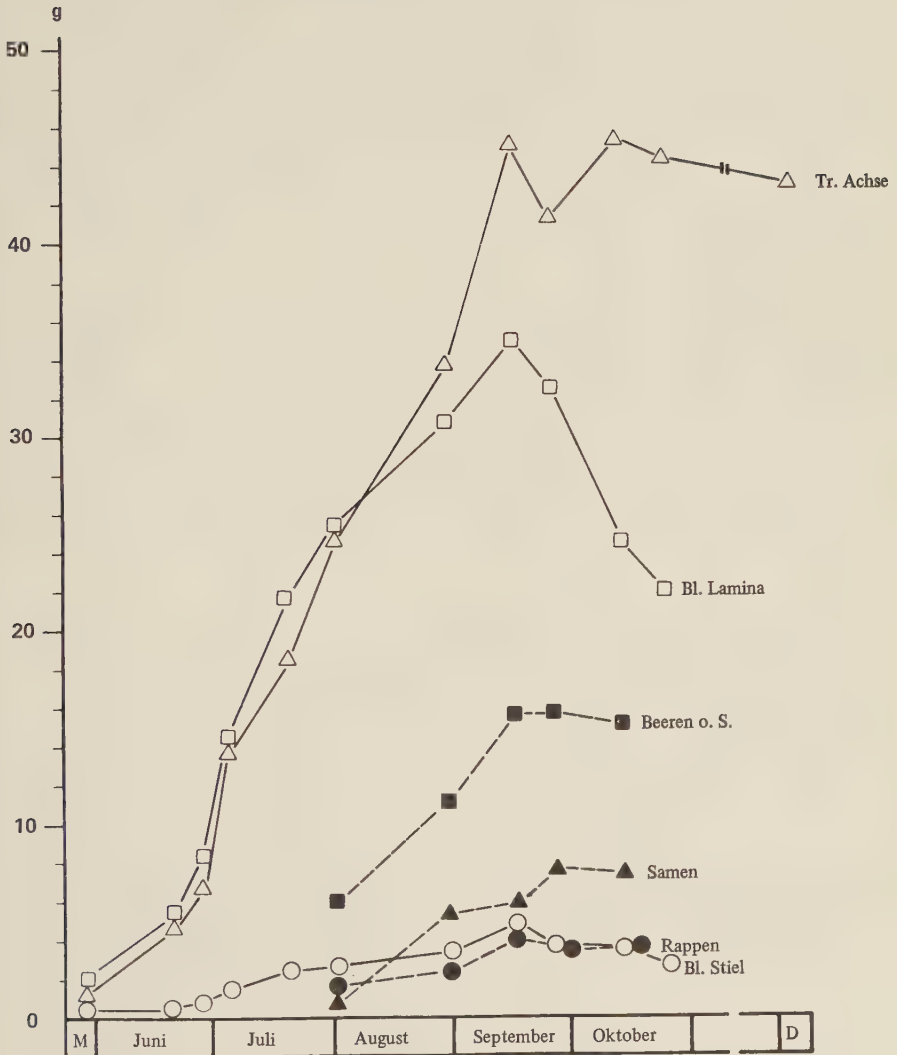
Mittlere Frischgewichte der einzelnen Organe des 2. bis 4. Rebtriebes der Sorte Riesling während der Vegetationszeit 1968

Abbildung 4 a



Mittlere Trockengewichte (in g) der einzelnen Organe des 2. bis 4. Rebtriebes
der Sorte Riesling während der Vegetationszeit 1967

Abbildung 4 b



Mittlere Trockengewichte (in g) der einzelnen Organe des 2. bis 4. Rebtriebes der
Sorte Riesling während der Vegetationsperiode 1968

nahm es bis zum Ende der Vegetationsperiode leicht zu. Zur Zeit der Ernte ergab sich ein Endgewicht von 8,68 bzw. 7,61 g. Trieb und Blattlamina eilen in beiden Jahren gleichermaßen in der Trockengewichtszunahme den übrigen Organen voraus. Erst am Ende der Vegetationsperiode fallen die Kurven ab. Dies läßt erkennen, daß der Aufbau des vegetativen Pflanzenkörpers von Mai bis August den Stoffwechsel der Rebe beherrscht. Erst ab August tritt die Einlagerung in die Frucht auch im Trockengewicht stärker in Erscheinung. Der Entwicklungsverlauf der Rebe ist somit deutlich in 2 Phasen gegliedert, und zwar in eine vegetative und eine reproduktive.

Das Jahr 1967 war in bezug auf den Ertragsklimatisch günstiger als 1968. Entsprechend war auch der Anstieg im Trockengewicht der Beeren (o.S.) 1967 steiler bzw. höher als 1968. Den Beeren(o.S.) folgen die Fruchtsamen mit beachtlichen Mengen an Trockensubstanz. Sie dürfen deshalb bei physiologischen Betrachtungen im Hinblick auf Nährstoffmangel nicht außer Acht gelassen werden. Rappen und Blattstiele weisen geringe Trockengewichte auf. Sie spielen daher im Konkurrenzverhalten der einzelnen Reborgane eine untergeordnete Rolle.

Trockenmassen-Anteile der verschiedenen Organe

In Tabelle 4 sind die Anteile der Trockengewichte aller Einzelorgane am Gesamttrieb aufgeführt. In beiden Untersuchungsjahren hatten Ende Juli/Anfang August die Triebachsen einen Anteil von 33,0 bzw. 40,0 % und die Blattlamina von 31,0 bzw. 41,0 %. Mit großem Abstand folgten die Beeren (o.S.) mit 17,50 bzw. 9,0 % Anteilen; daran anschließend Samen, Rappen und Blattstiele. Zur Zeit der Ernte veränderten sich die Anteile in einigen Organen (besonders in den vegetativen) zugunsten der fruchtenden Organe. So ergab sich, daß 1967 rund 30 % des Trockengewichtes Ende Juli/Anfang August in den fruchtenden Organen vorhanden waren, die bis zur Zeit der Lese auf 50 % stiegen. Im Jahre 1968 nahmen die Anteile der vegetativen Organe von 85,5 % Ende Juli/Anfang August bis zur Zeit der Lese auf 74 % ab. Dagegen war bei den fruchtenden Organen während dieser Zeit ein Anstieg von 14 % auf 26 % zu verzeichnen.

Tabelle 4

Absolute und relative Trockensubstanz in verschiedenen Organen des 2. - 4. Triebes

ORGANE 1967	Termine der Probeentnahmen					
	24. Juli ¹⁾		18. September ²⁾		11. Oktober ³⁾	
	g	% ⁺	g	%	g	%
Tr.Achse	15,16	33,00	32,97	25,46	36,17	28,64
Bl.Lamina	14,30	31,13	29,84	23,15	23,76	18,80
Bl.Stiel	2,26	4,92	3,68	2,84	3,36	2,65
S. veg. Organe	31,72	69,05	66,49	51,45	63,29	50,09
Fr.Rappen	2,57	5,59	4,78	3,65	3,72	2,94
Fr.Samen	3,60	7,83	8,55	6,60	8,68	6,88
Fr.Beeren	8,04	17,50	49,64	38,30	50,66	40,09
S. fr. Organe	14,21	30,92	62,97	48,55	63,06	49,91
Gesamt	45,93	100,00	129,46	100,00	126,35	100,00
1968	1. August ¹⁾		16. September ²⁾		14. Oktober ³⁾	
Tr.Achse	24,71	40,58	44,97	40,80	45,44	45,72
Bl.Lamina	24,85	40,81	35,06	31,81	24,37	24,52
Bl.Stiel	2,50	4,10	4,79	4,34	4,69	3,71
S. veg. Organe	52,06	85,49	84,82	76,95	73,50	73,95
Fr.Rappen	1,50	2,46	4,08	3,70	3,56	3,58
Fr.Samen	1,36	2,23	5,80	5,26	7,61	7,65
++ Fr.Beeren o. S.	5,97	8,82	15,53	14,09	14,71	14,82
S. fr. Organe	8,83	14,51	25,41	23,05	25,88	26,05
Gesamt	60,89	100,00	110,21	100,00	99,38	100,00

++ Es sind nur die bei den Probeentnahmen am Trieb vorhandenen Beeren berücksichtigt. 1968 ergab sich infolge Botrytisbefalls ein relativ starker vorzeitiger Beerenabfall.

1) ca. 5 Wochen nach der Blüte

3) zur Zeit der Ernte

2) maximale Entwicklung

+) in Prozent der Gesamtmenge des Triebes

3. Stickstoff

3.1 Stickstoff-Gehalte

In Abb. 5a und 5b sind die in den Jahren 1967 und 1968 ermittelten N-Gehalte graphisch dargestellt, die in allen Organen zunächst eine abnehmende Tendenz aufwiesen. Diese Abnahme setzt sich in den Blattspreiten und ihren Stielen sowie Rappen bis zum Ende der Vegetationsperiode fort. Demgegenüber erfolgt in der Triebachse eine leichte Zunahme ab September und im Fruchtfleisch ab Ende September/Anfang Oktober. Unterschiedliche Tendenzen in beiden Jahren finden sich im Fruchtsamen; während hier 1967 ein weiterer Abfall erfolgte, war 1968 eine geringe Zunahme ab Ende September zu verzeichnen.

Vergleicht man die N-Gehalte der vegetativen Organe miteinander, so stellt man fest, daß der Gehalt in der Triebachse am niedrigsten liegt. In beiden Untersuchungsjahren nimmt er von 1,04 bzw. 0,98 % bis zu einem Minimum Mitte August von 0,34 bzw. 0,32 % ab, und bis zum Ende der Vegetationsperiode steigt er leicht auf 0,41 bzw. 0,45 % N an. Gegenüber dem Trieb zeigten die Blattlamina in beiden Jahren den höchsten Gehalt an N. Bei der ersten Probeentnahme waren 2,15 bzw. 1,96 % vorhanden, er fiel verhältnismäßig gleichmäßig ab bis auf 0,77 bzw. 0,86 % N zur Zeit des Blattfalles. Die gleiche Tendenz zeigten die Blattstiele, allerdings mit nur etwa halb so hohem Stickstoffgehalt. Die Werte betrugen Ende Mai 1,05 bzw. 1,10 %, Ende Oktober 0,34 bzw. 0,38 % N.

Von den fruchtenden Organen enthält der Samen die höchste Konzentration. Sein Gehalt liegt Anfang August bei 0,93 % N und nimmt bis zur Zeit der Lese nur leicht ab auf 0,78 bzw. 0,90 %. Die N-Gehalte im Fruchtstandsgerüst zeigen eine leichte Abnahme von 0,81 bzw. 0,99 % Anfang August auf 0,71 bzw. 0,73 % zur Zeit der Ernte. Auch in den Beeren (o.S.) verminderte sich der N-Gehalt von 0,73 bzw. 0,76 % (Ende Juli/Anfang August) auf 0,38 bzw. 0,43 % bis zur Ernte. Damit weist im Bereich der fruchtenden Organe das Fruchtfleisch den niedrigsten N-Gehalt auf.

3.2 N-Gehalte der vegetativen Organe verschiedener Positionen (Abb. 6a, 6b)

Die N-Gehalte der vegetativen Organe aus verschiedenen Positionen des Triebes ergeben ein sehr deutliches Bild. In der Triebachse lagen die höchsten N-Werte in der Spitze II, d. h. dem jüngsten Triebteil. Je älter die Triebteile wurden, desto geringer war ihr N-Gehalt, so daß die Basis die niedrigsten N-Werte aufwies. Im Juli lagen die N-Werte der verschiedenen Positionen relativ weit auseinander und nahmen bis Ende August mehr oder weniger stark ab. Eine leichte Zunahme des N-Gehaltes in Basis, Mitte und Spitze I war von Anfang September bis zum Ende der Vegetationsperiode zu verzeichnen, wobei sich die N-Werte der verschiedenen Positionen einander annäherten. Von dem Anstieg des N-Gehaltes war die Spitze II ausgenommen. Damit ist angedeutet, daß in der äußersten Triebspitze eine zusätzliche N-Einlagerung im Herbst nicht stattfindet. Die Zunahme in älteren Triebachsen beruht darauf, daß mit Ausreife des Holzes vor dem Laubfall N-Verbindungen eingelagert werden.

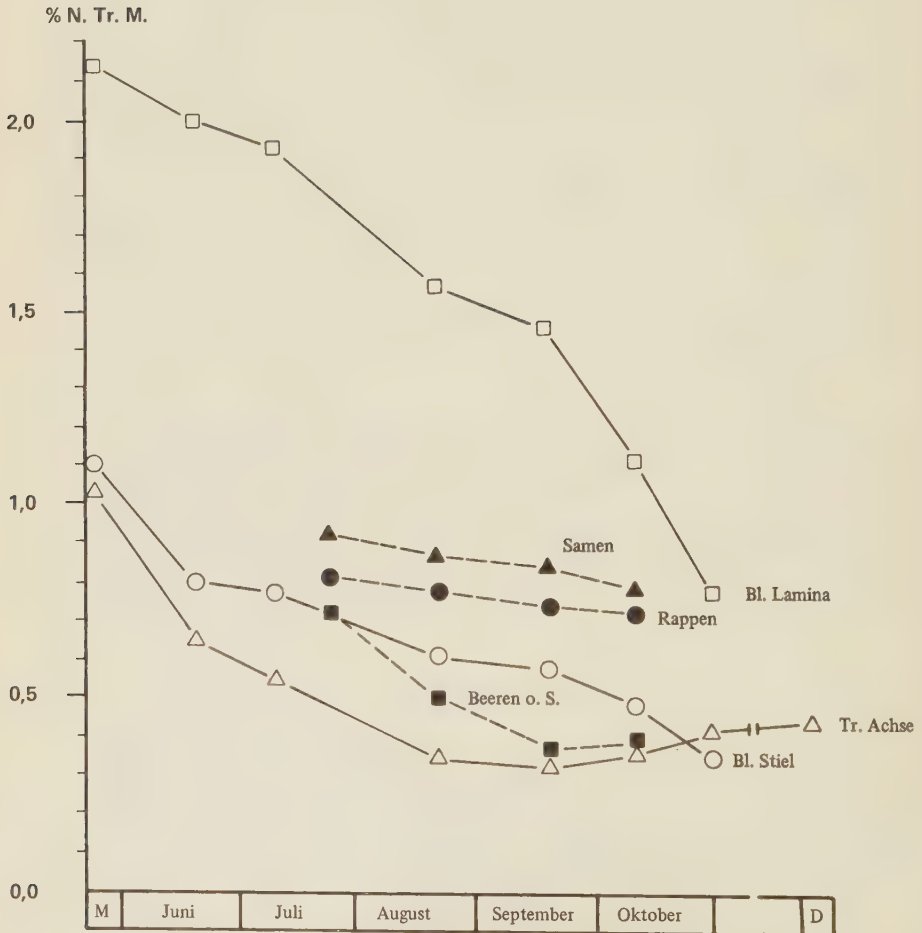
Die N-Werte der Blattlamina waren deutlich von der Position beeinflusst. Die höchsten Werte fanden sich wiederum in den Spitzenblättern, die geringsten in der Basis. Die Differenz lag bei 0,4 - 0,5 % N. Mit fortschreitender Vegetation machte sich in allen Positionen eine starke Abnahme des N-Gehaltes bemerkbar, wobei sich die Unterschiede zwischen den Positionen verringerten, sich deren Reihenfolge aber nur wenig änderte.

Die Blattstiele verhielten sich im N-Gehalt ganz analog wie die Blattspreiten. Die Tendenzen in den Blattstielen zeigten eine größere Ähnlichkeit zu denen des Triebes, d.h. im Juni sehr große Differenzen im N-Gehalt in Abhängigkeit vom Alter (0,5 - 1,2 % N), Mitte September eine Angleichung an etwa 0,5 % N, worauf ein leichter Abfall vor dem Blattfall zu verzeichnen ist.

3.3 Stickstoff-Mengen

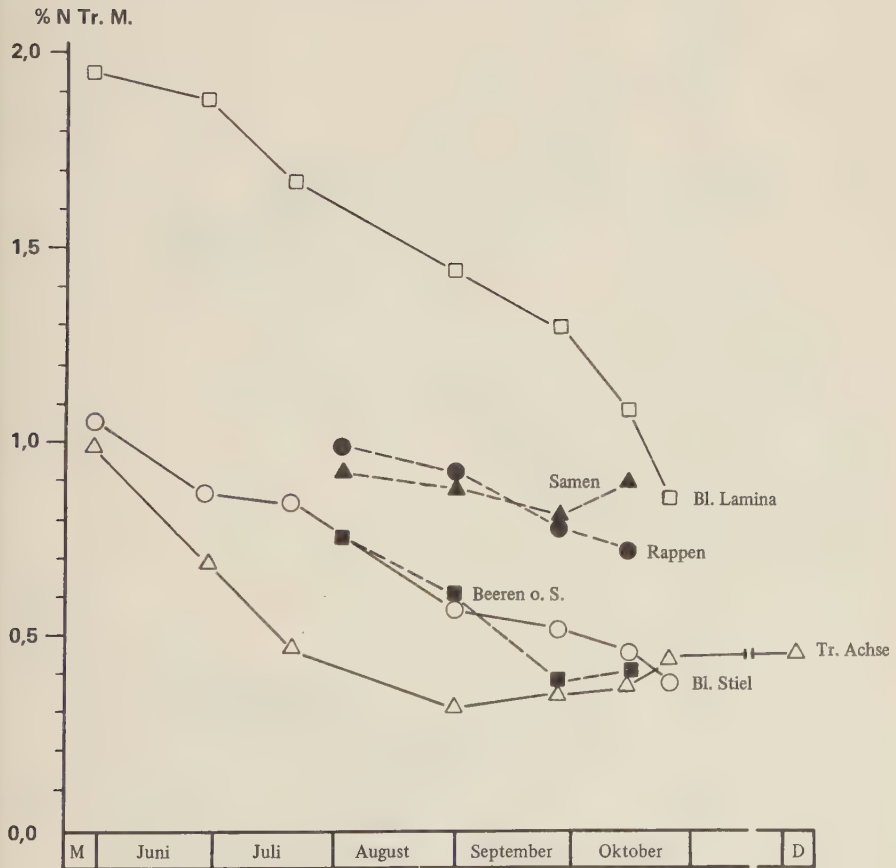
Die aus den Trockengewichten und Prozent-Gehalten errechneten absoluten N-Mengen der verschiedenen Organe sind in Abb. 7a und 7b dargestellt.

Abbildung 5 a



Verlauf der mittleren N-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1967

Abbildung 5 b



Verlauf der mittleren N-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1968

Abbildung 6 a

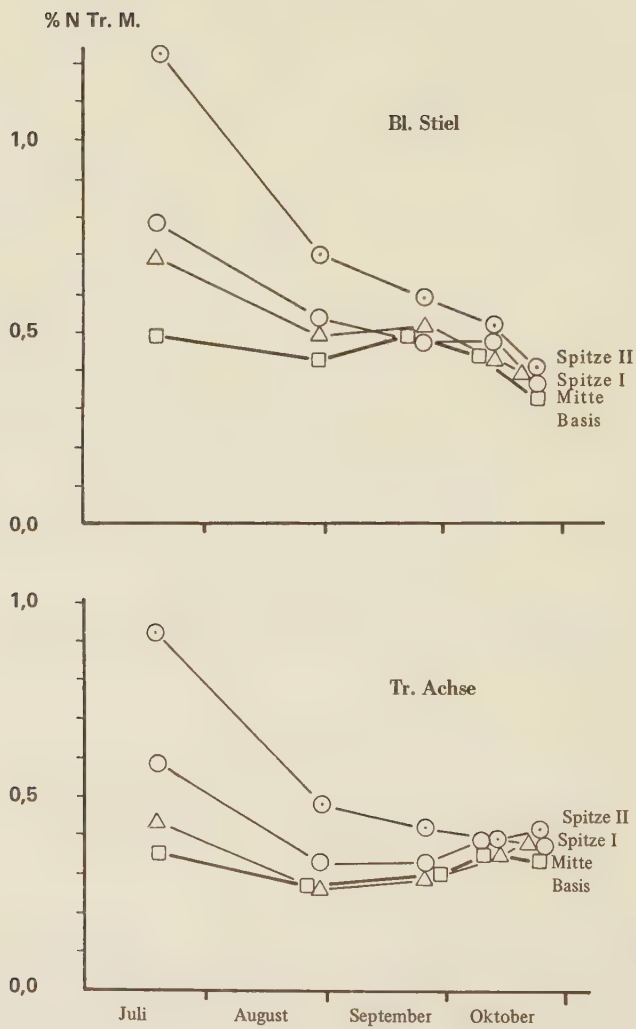
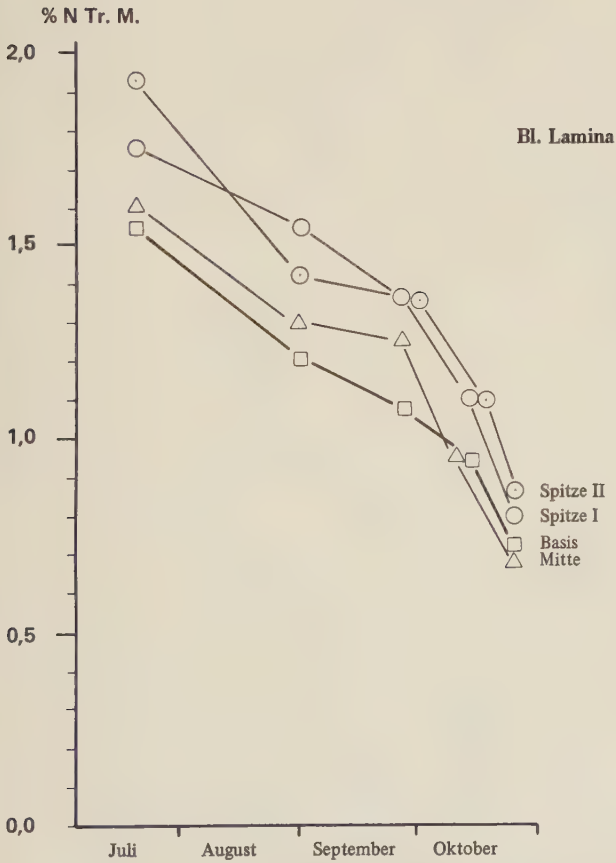
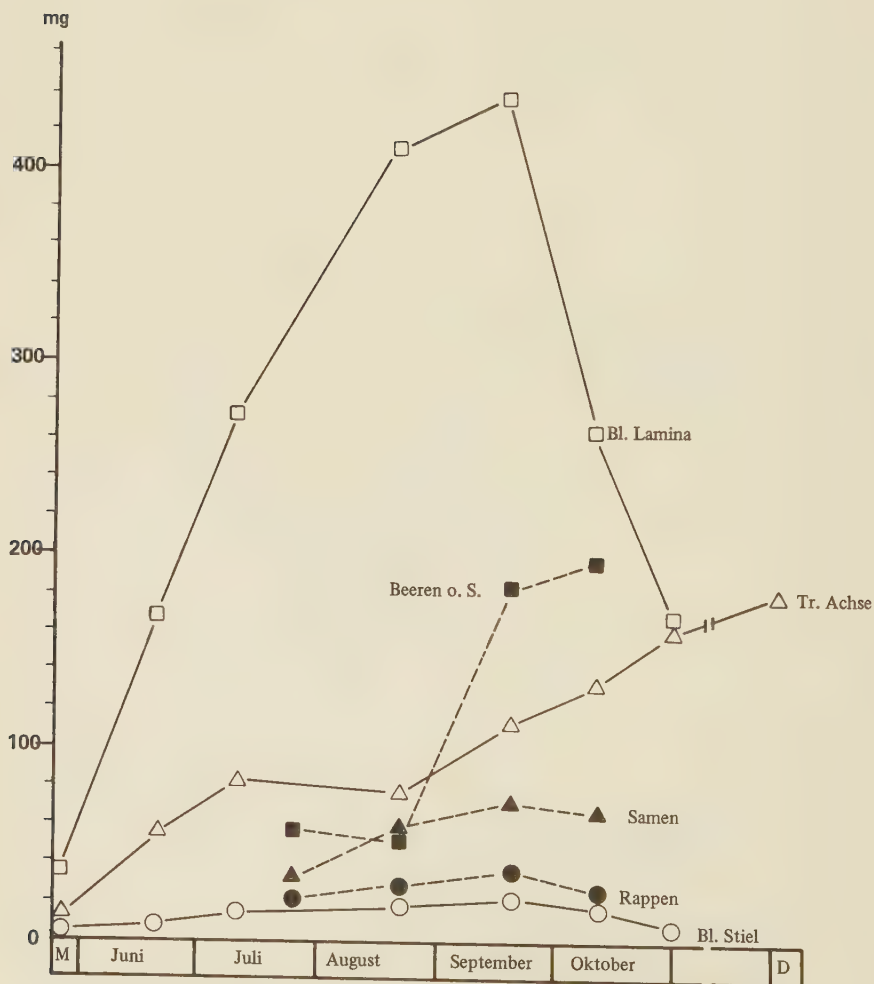


Abbildung 6 b



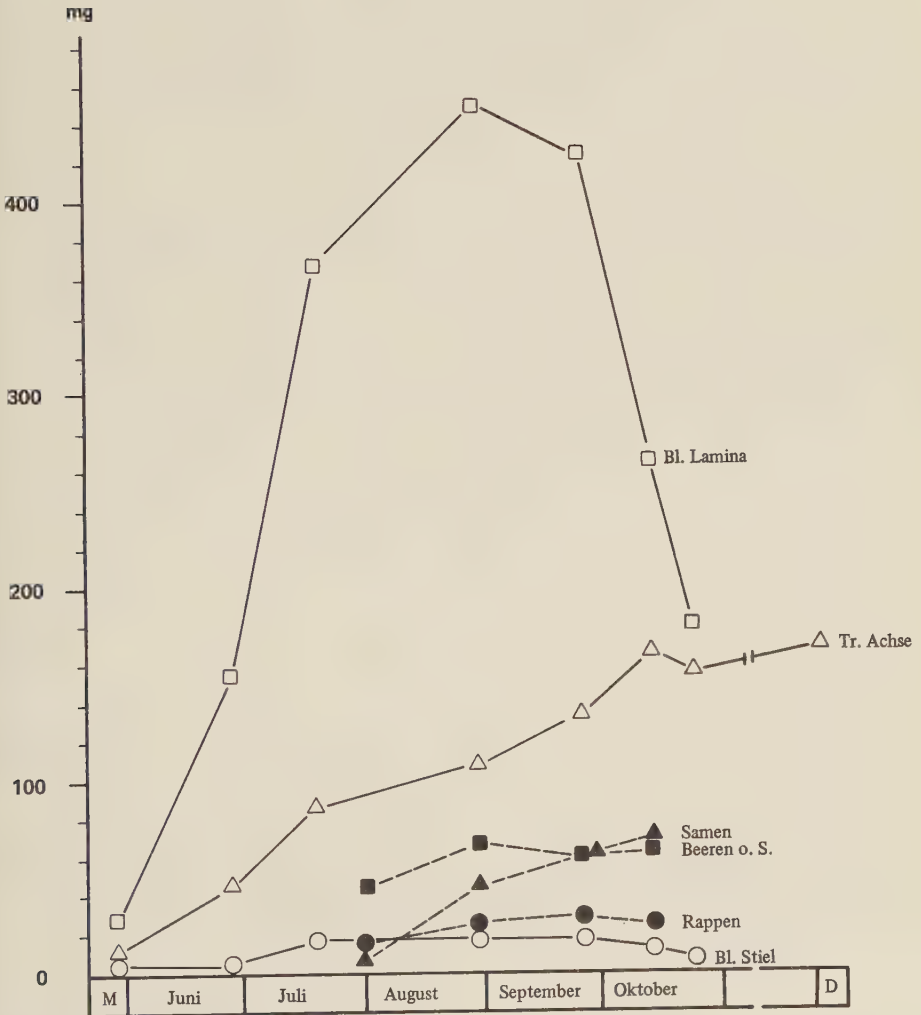
Zeitliche Veränderungen der N-Gehalte (in % Tr. M.) in der Triebachse, Bl. Lamina und im Bl. Stiel verschiedener Positionen (Abschnitte) 1968

Abbildung 7 a



Mittlere Stickstoffmengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1967

Abbildung 7 b



Mittlere Stickstoffmengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1968

Die Blattspreiten zeigten die höchsten N-Mengen von allen Organen. In beiden Untersuchungsjahren ergab sich ein ähnlicher Kurvenverlauf. Der Anstieg führte bis Mitte/Ende September auf ein Maximum von 436 bzw. 430 mg. Dann nahmen die absoluten Mengen stark ab (auf 165 bzw. 180 mg), was durch vorzeitigen Blattfall und Rücktransport von Stickstoff aus den herbstlichen Blättern zu erklären ist. Die Werte für die Blattstiele sind gegenüber der Blattlamina äußerst niedrig. Ihr Maximum lag im September und betrug nur 22 bzw. 19 mg N. Die spätere Abnahme erklärt sich ebenfalls durch den Blattfall. Im Trieb nimmt die N-Menge dagegen gleichmäßig zu, 1967 allerdings unterbrochen durch eine geringe (nicht signifikante) Abnahme Ende August. Bei der ersten Probeentnahme wurden 12 bzw. 10 mg und zur Zeit des Blattfalles 163 bzw. 151 mg N festgestellt. Im Bereich der fruchtenden Organe besaß das Fruchtstandsgerüst die niedrigsten absoluten N-Mengen, und zwar in beiden Jahren. Die Werte stiegen von 15 bzw. 21 mg (Ende Juli/Anfang August) bis auf 26 bzw. 27 mg N Ende September an. Die Kurve für die Fruchtbeeren o.S. hat im Jahre 1967 einen besonders steilen Verlauf von 59 mg N Ende Juli bis 196 mg zur Zeit der Ernte. Dagegen verläuft die Kurve im Jahr 1968 flach, und zwar von 46 mg bis 65 mg N, was aus dem Abfall der Beeren resultiert. Eine Zwischenstellung nimmt hier der Samen ein. In beiden Untersuchungsjahren stieg die Menge bis zur Lese deutlich von 33 bzw. 13 mg auf 68 bzw. 69 mg N an.

3.4 Verteilung der Stickstoffmengen

In Tab. 5 sind für 3 charakteristische Termine, nämlich ca. 5 Wochen nach der Blüte, zur Zeit der maximalen Entwicklung Ende September und zur Erntezeit, die in den verschiedenen Organen enthaltenen Stickstoffmengen und die Anteile der einzelnen Organe im Gesamttrieb angeführt. Sehen wir von den beiden letzten Terminen des Jahres 1968 ab, wo durch vorzeitigen Abfall von Beeren infolge Botrytis anomala Verhältnisse vorlagen, so ergeben sich folgende Tendenzen:

Ende Juli/Anfang August, wo die intensive Einlagerung von Kohlenhydraten in die Beeren beginnt, waren noch rund 77 % bzw. 86 % der insgesamt im Trieb enthaltenen N-Mengen in den vegetativen Organen zu finden. Bei der Ernte waren es dagegen nur noch rund 59 % im Jahre 1967. 1968 ergab sich infolge des Fruchtfalls ein nicht typisches Bild, bei starkem Überwiegen der vegetativen Organe mit rund 74 %.

Tabelle 5

Absolute und relative Stickstoff-Mengen in verschiedenen Organen des 2. - 4. Triebes

ORGANE 1967	Termine der Probeentnahmen					
	24. Juli ¹⁾		28. September ²⁾		11. Oktober ³⁾	
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
Tr. Achse	82,00	16,95	112,10	13,04	133,85	19,03
Bl. Lamina	274,20	56,62	435,60	50,66	263,75	37,50
Bl. Stiel	15,00	3,09	21,70	2,54	16,30	2,32
S. veg. Organe	371,20	76,66	569,40	66,24	413,90	58,85
Fr. Rappen	28,80	4,29	35,35	4,11	26,60	3,78
Fr. Samen	33,50	6,91	71,40	8,30	76,70	9,64
Fr. Beeren o. S.	58,70	12,14	183,70	21,35	195,05	27,73
S. fr. Organe	113,00	23,34	290,45	33,76	289,35	41,15
Gesamt	484,20	100,00	859,80	100,00	703,25	100,00
	1. August ¹⁾		26. September ²⁾		14. Oktober ³⁾	
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
Tr. Achse	86,40	15,78	134,00	18,30	166,10	27,29
Bl. Lamina	368,20	67,28	427,70	58,43	266,00	43,68
Bl. Stiel	19,30	3,52	19,30	2,63	17,10	2,82
S. veg. Organe	473,90	86,58	581,00	79,36	449,20	73,79
Fr. Rappen	14,90	2,72	29,80	4,06	26,10	4,28
Fr. Samen	12,70	2,32	60,40	8,24	69,10	11,34
Fr. Beeren o. S.	45,70	8,35	61,00	8,34	64,50	10,59
S. fr. Organe	73,30	13,39	151,20	20,64	159,70	26,21
Gesamt	547,20	100,00	732,20	100,00	608,90	100,00

- 1) ca. 5 Wochen nach der Blüte
 2) maximale Entwicklung
 3) zur Zeit der Ernte
 +) in Prozent der Gesamtmenge des Triebes

Wenn wir den 28. September als den Termin annehmen, an dem der vorzeitige Blattfall noch nicht sehr ausgeprägt war, so ergibt sich, daß rund 50 % der N-Mengen in den Blättern zu finden sind, nur 13 % in der Triebachse und 2,5 % in den Blattstielen. Von den fruchtenden Organen ist die weitaus höchste Menge in den Beeren o.S. zu finden, und zwar rund 20 % der im Trieb vorhandenen Menge.

3.5 Besprechung Stickstoff

Vegetative Organe:

In beiden Untersuchungsjahren liegt der N-Gehalt für die Blattspreite am höchsten, verglichen mit den übrigen Organen der Rebe. Die jungen Blätter enthalten etwa 2 % Trockensubstanz, was als Normalversorgung zu betrachten ist (COOK 1966). Dann erfolgt in beiden Jahren ein langsames, aber stetiges Absinken bis zum Blattabfall hin. Auch dieses ist als normal zu bewerten; denn mit zunehmendem Blattalter und mit ansteigender Trockensubstanz nimmt der prozentuale N-Gehalt ab (HERSCHLER 1933, HIROYASU 1961).

Fast nur noch die Hälfte der Gehalte der Blattspreite findet sich bei den Blattstielen. Dies ist wohl durch die schwächere physiologische Aktivität des Stieles bedingt. Im großen und ganzen nimmt während der Vegetationsperiode der Kurvenverlauf ebenso ab wie bei der Spreite. Besonders erwähnenswerte Gesichtspunkte lassen sich aus den Kurven für Spreite und Stiel nicht ableiten. Bei hoher Stickstoffdüngung steigt nach ULRICH (1942) der Nitrat-Stickstoff im Stiel von 0,013 auf 0,137 % T.S. Dies spricht für eine Ablagerung des überschüssigen Stickstoffes als Nitrat im Stielgewebe; denn der Stickstoff muß zu NH_2 reduziert sein, ehe ihn die Pflanzenzelle verwenden kann. Anders verhalten sich die Sproßachsen. Sie beginnen in beiden Jahren zwar ähnlich wie die Blattstiele mit etwa 1 % N, ihre Gehalte fallen dann aber unter die der Blattstiele ab und erreichen im August ein Maximum, das recht tief liegt. Dann, im weiteren Fortgang der Vegetationsperiode, verlaufen die Werte parallel bzw. steigen ganz leicht an. Ein Anstieg der N-Werte im Sproß gegen Ende der Vegetationsperiode ist mit dem Rücktransport des N aus den Laubblättern zu erklären. Diese Daten bestätigen bereits bekannte Tatsachen und bedürfen daher keiner weiteren Erklärung.

Sehr aufschlußreich ist die Verteilung des N innerhalb der Rebpflanze. Es wird gut erkennbar, daß die Blattspreiten den allergrößten Anteil (ca. 50 %) des N aufnehmen.

Erwähnenswert ist das sehr steile Ansteigen der N-Mengen in den vegetativen Organen im Juli. Hierzu ergeben sich für die Physiologie der Rebe besondere Aspekte. Sowohl die N-Aufnahme durch die Wurzeln als auch die N-Mobilisierung in älterem Reservegewebe muß in dieser Zeit sehr intensiv sein. Ebenso werden außerordentlich hohe Transportanforderungen an die betreffenden Gewebe gestellt. Es wird ersichtlich, daß beim Austrieb die Laubblätter den Stoffwechsel der Gesamtrebe beherrschen, d.h. sie stellen kräftige Attraktionszentren für die Nährstoffströme dar. Eventuell findet ein Entzug von N aus dem Trieb durch die Blätter im August statt. Ende August wird die Gesamtaufnahme des N in den Laubblättern geringer, daher nimmt auch ihr Gehalt in der T.S. ab. Hierzu kommt die Verminderung der Laubmasse infolge des herbstlichen Blattfalles. Da Ende September bereits ein deutlicher Abfall der N-Werte erfolgt, ergibt sich insgesamt eine pyramidenförmige Kurve für die Gesamt-N-Mengen der Laubblätter.

Verglichen mit den Werten der Blattspreite, sind die der Blattstiele außerordentlich niedrig; zudem laufen die Kurven für die Stiele sehr flach, d. h. ihre Werte bleiben während des größten Teils der Vegetationsperiode konstant.

Die Triebachsen zeigen ein ganz anderes Verhalten als die Blattspreiten. Der Anstieg des N verläuft flacher, also weniger impulsiv. Im August beispielsweise findet sich in den Trieben nur $\frac{1}{4}$ bzw. $\frac{1}{3}$ der N-Menge, die in den Blattspreiten vorhanden ist. In beiden Jahren erreichen am Ende der Vegetationsperiode die N-Mengen der Triebachse diejenigen der Blattspreiten. Zweifellos ist ein Teil des Blatt-N bereits in die Triebe zurückgewandert. Die enorm intensive N-Aufnahme der Blätter und auch der Triebe charakterisiert den Wuchshabitus der Rebe deutlich. Im Frühjahr ist auf Grund der dadurch innerhalb der Rebe gegebenen korrelativen Hemmungen eine Benachteiligung der reproduktiven Organe zu erwarten. Diese Organe können durch den Dominanzeffekt der vegetativen Organe unterdrückt werden. Dem entspricht die Beobachtung, daß durch Ausgeizen das Durchrieseln, also eine Befruchtungsstörung bzw. ein vorzeitiger Fruchtfall, reduziert werden kann.

Fruchtende Organe:

In beiden Jahren liegen die Gehalte für die Rappen ähnlich. Zu Beginn der Entwicklung besitzen diese Organe einen höheren Gehalt als später. Bemerkenswert ist, daß ihre Werte stets über denen der Blattstiele liegen. Das kann bedeuten, daß schon mit Beginn des Fruchtwachstums ein kräftiger, stickstoffhaltiger Nährstoffstrom über die Fruchtsiele in die reproduktiven Organe geleitet wird, oder aber daß das Fruchtsielgewebe selbst physiologisch hoch aktiv ist. Bekanntlich erfolgt der Stofftransport in den Blütenstandsachsen vor allem im Phloem, und damit ist er energieabhängig. Die Begleitzellen der Siebröhren sowie etliche Phloem-Paranchymzellen enthalten größere Eiweiß- und damit N-Mengen. Zu den wichtigsten, in das Protein der Rebe eingebauten Aminosäuren gehören Asparaginsäure, Glutaminsäure, Glycin, Alanin und Leuzin. In der Regel werden die Aminosäuren auch als wichtigste Transportformen gefunden (DRAWERT und REUTHER 1963).

Die Gehalte für die Beeren (o.S.) liegen stets unter denen des Fruchtsieles. Dieses überrascht zunächst, vor allem bei jüngerem Fruchtfleisch, welches eine hohe Teilungsrate besitzt. Daraus müßte sich ein hoher N-Gehalt dieses Gewebes ergeben. Eine gewisse N-Verdünnung während des starken Wachstums liegt allerdings auch vor. Der niedere prozentuale N-Gehalt der Beeren zur Fruchtreife hin ist ebenfalls mit Einlagerung anderer Stoffe (Kohlenhydrate) zu erklären. Eventuell steht die Tatsache, daß der N-Gehalt der Beeren (o.S.) geringer ist als derjenige der Fruchtsiele, auch mit starker Vakuolisierung der Fruchtfleischzellen im Zusammenhang.

Bemerkenswerterweise liegen die Gehalte der Fruchtsamen wiederum sehr hoch, im Jahre 1967 sogar über denjenigen der Stiele. Das bedeutet, daß der Samen hohe Mengen an Proteinen, Nukleinsäuren oder Enzymen enthält. Selbst die im Verlaufe der Samenreife heranwachsende dicke Gewebeschicht des Endokarps vermag den Gesamt-N-Gehalt prozentual gesehen nicht wesentlich herunterzudrücken.

Aus den Abbildungen 7a und 7b wird ersichtlich, daß in den Beeren wesentlich geringere Mengen von N eingelagert werden, die aber immerhin 20 % der Gesamt-Menge eines Triebes erreichen (s.Tab.5, Werte für das Jahr 1967). Die

absoluten N-Mengen in den B e e r e n steigen recht steil an, und zwar bis zur Ernte. DRAWERT (1963, 1965) zeigt anschaulich das im Verlauf der Beerenreife stark wechselnde Niveau der einzelnen Aminosäuren, was auf einen regen Stoffumsatz hinweist.

Verglichen mit den Beeren (o.S.), zeigen die S a m e n hinsichtlich der Stickstoff-Mengen - wie beim Mg beobachtet - keine stärkeren Reaktionsunterschiede in den beiden Jahren; ihre Werte steigen im Laufe der Vegetationsperiode an. Offenbar schließen die Samen ihre Entwicklung sehr spät im Herbst ab. Daher ist es wahrscheinlich, daß eine gute N-Zufuhr im Spätsommer die Entwicklung der Samen fördert.

Verglichen mit den Beeren und Kernen, liegen die absoluten N-Mengen für die Rappen ziemlich niedrig. Vergleicht man die Fruchtstandsachsen mit der Blattspreite, so findet man in beiden recht unbedeutende Mengen. Insgesamt kann gesagt werden, daß die Rebe für den Aufbau und die Funktion der Rappen vergleichsweise wenig absolute N-Mengen benötigt.

4. Phosphor

4.1 Phosphor-Gehalte

In den Abb. 8a und 8b sind die in den Jahren 1967 und 1968 ermittelten P-Gehalte graphisch dargestellt (wegen der niedrigen Werte 0,1 bzw. 0,5 % gegenüber Ca, K und N sind sie 10-fach überhöht).

In der Triebachse nimmt der P-Gehalt von 0,43 bzw. 0,39 % zu Anfang der Vegetationsperiode sehr rasch bis zu einem Minimum von 0,10 bzw. 0,11 % ab und steigt Anfang Oktober wieder an. Zur Zeit des Blattfalles ist eine Konzentration von 0,14 bzw. 0,18 % vorhanden. Ebenso sinken die Gehalte in den Blattlamina steil von 0,46 bzw. 0,48 % Ende Mai auf 0,22 bzw. 0,19 % im August ab. In beiden Untersuchungsjahren ist im September ein vorübergehender leichter Anstieg zu verzeichnen. Zur Zeit des Blattfalles war ein P-Gehalt von 0,14 bzw. 0,18 % vorhanden.

Eine ähnliche Tendenz wie die Blattspreiten zeigen auch die Blattstiele. Hier findet sich im Bereich der vegetativen Organe der höchste P-Gehalt, der zu Beginn der Vegetationsperiode 0,47 bzw. 0,48 % und zur Zeit des Blattfalles 0,12 bzw. 0,16 % beträgt.

Die fruchtenden Organe zeigen im Vergleich zu den vegetativen außergewöhnlich hohe P-Gehalte. Während dieses Element in allen anderen Organen während der Vegetationsperiode erheblich absinkt, nimmt es in den Rappen steil zu. Ende Juli waren 0,22 bzw. 0,21 % und bei der Lese 0,36 bzw. 0,51 % P festzustellen.

Einen sehr niedrigen P-Gehalt besitzen die Beeren (ohne Samen), bei denen in beiden Jahren mit zunehmender Reife der Gehalt von 0,16 bzw. 0,19 % auf 0,07 bzw. 0,09 % absank.

Der P-Gehalt der Samen liegt relativ hoch und nahm von 0,34 bzw. 0,30 % auf 0,28 bzw. 0,24 % ab.

4.2 P-Gehalte der vegetativen Organe verschiedener Positionen

Beobachtet man die P-Gehalte in den vegetativen Organen der verschiedenen Positionen und zu verschiedenen Terminen (Abb. 9 a und 9 b), so stellt man fest, daß – wie für Stickstoff – die jüngeren Organe die höchsten Gehalte aufweisen.

Bei der Triebachse (Abb.9b) betragen die Unterschiede im Juli rund 0,1 %, d. h. in der wachsenden Triebspitze lagen ca. 0,30 % P und in der Triebbasis dagegen nur 0,20 % P vor. Die deutlich abfallende Tendenz wird jedoch in der Basis ab Ende September geändert, und es erfolgt ein signifikanter Anstieg von ca. 0,10 % auf ca. 0,14 % P, was mit dem Rücktransport aus den Blättern zu erklären ist. Die höchste P-Konzentration weist während des gesamten Untersuchungszeitraumes die Triebspitze II auf. Sie hat die höchste Aktivität auf Grund der Differenzierung sowie des Teilungs- und Streckungswachstums.

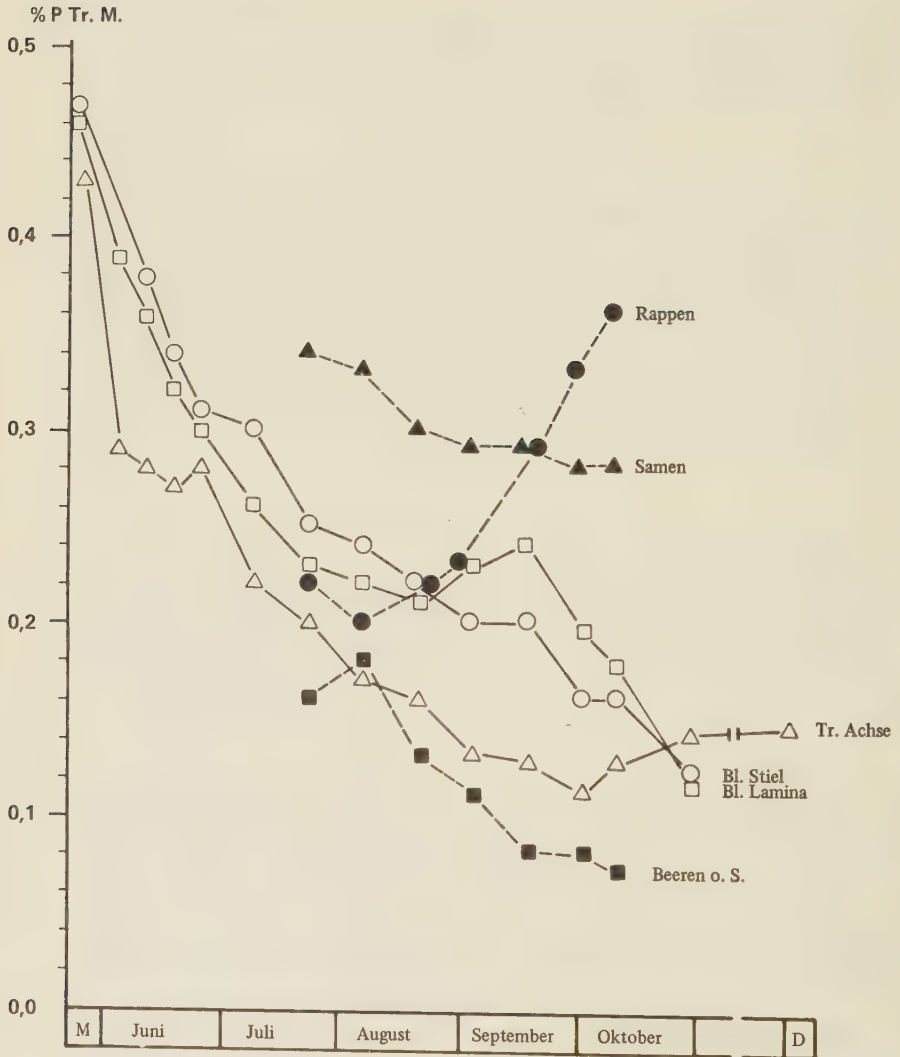
In den Blattspreiten (Abb.9a) konnte man ebenfalls sehr deutliche Unterschiede am P-Gehalt alter und junger Blätter feststellen, d. h. die Blätter der Basiszone hatten die niedrigste Konzentration. Die P-Gehalte nahmen im Laufe der Vegetationsperiode bis Ende August ab. Anfang September zeigte sich dann in der Triebbasis (Traubenzone), Triebmitte und -spitze I eine Zunahme. Offenbar führt die Beerenreife indirekt zu einer Reaktivierung des P-abhängigen Stoffwechsels.

Die P-Gehalte der Blattstiele (Abb. 9a) folgen während des Untersuchungszeitraumes in etwa denen der Lamina. Beachtenswert ist der enorme "Peak" in den Stielen, der weit über das September-Maximum der zugehörigen Lamina hinausragt. Dieser Anstieg ist besonders deutlich in den Blattstielen aus der Traubenzone (Basis), Mittelzone und Spitze II, dagegen war er in der Zone Spitze I weniger ausgeprägt.

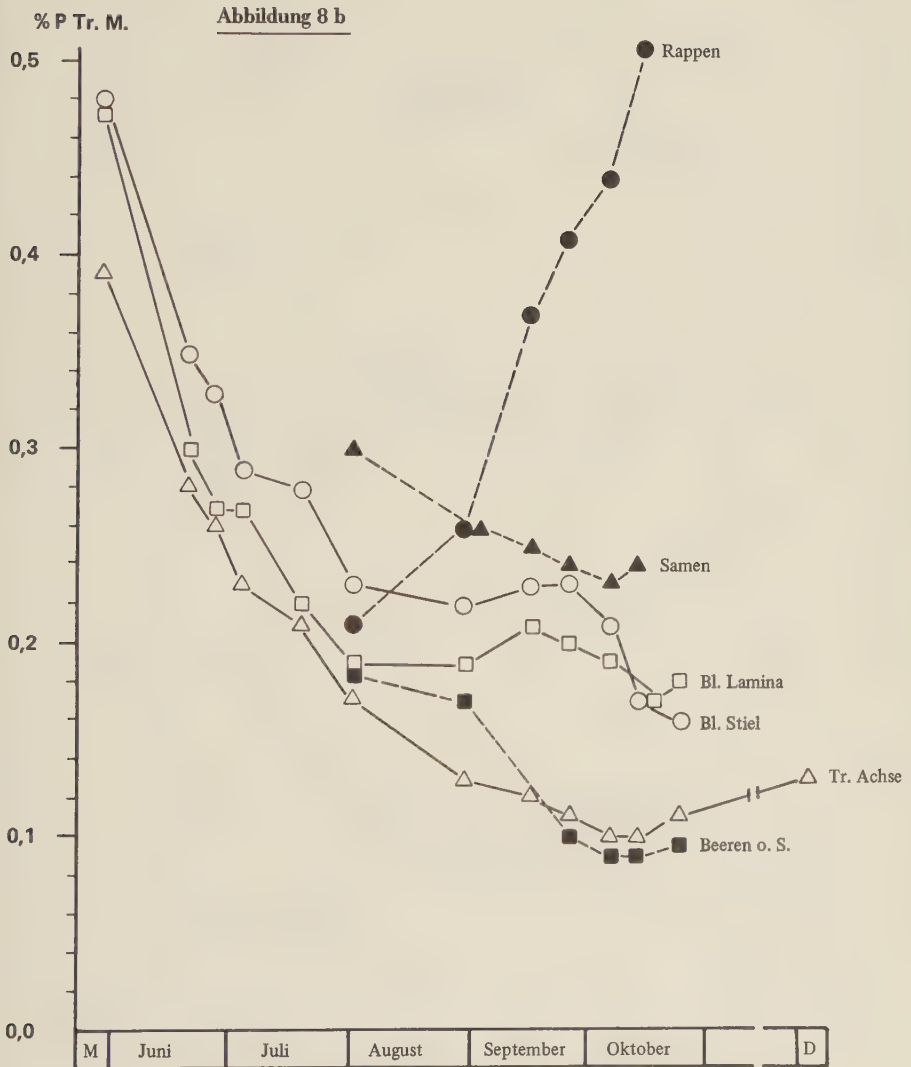
4.3 Phosphor-Mengen

Die aus dem Trockengewicht und prozentualen Gehalt errechneten P-Mengen der verschiedenen Organe sind in Abb.10a und 10b zusammengefaßt, wobei für die fruchten Organen des Jahres 1968 die bereits erwähnten Einschränkungen zu beachten sind.

Abbildung 8 a



Verlauf der mittleren P-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1967



Verlauf der mittleren P-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1968

Abbildung 9 a

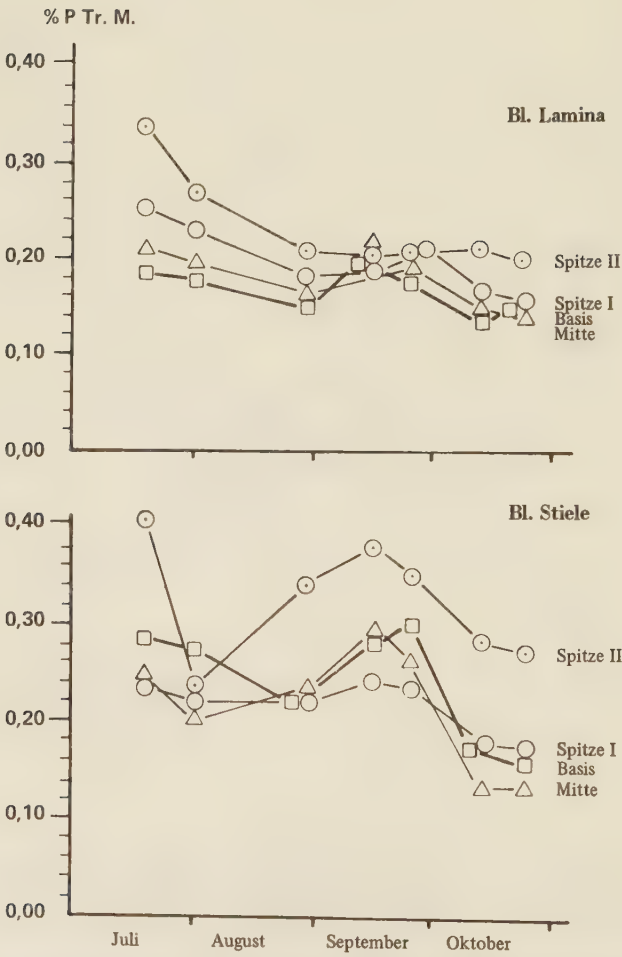
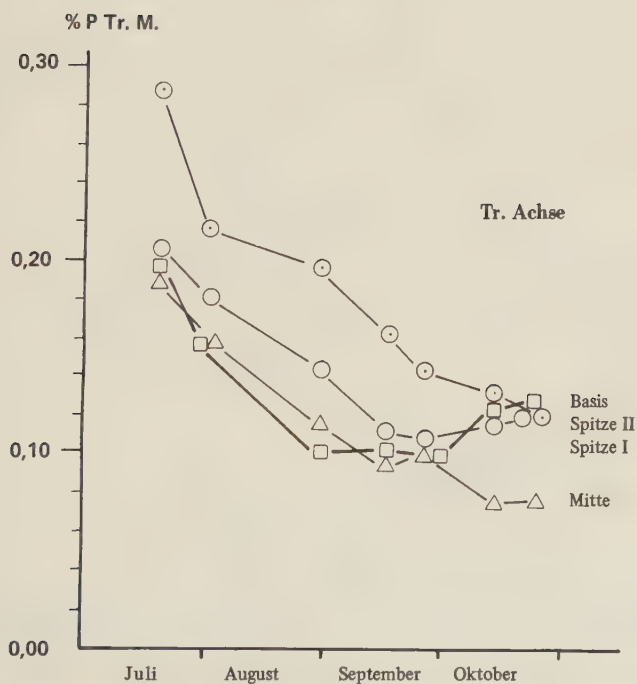
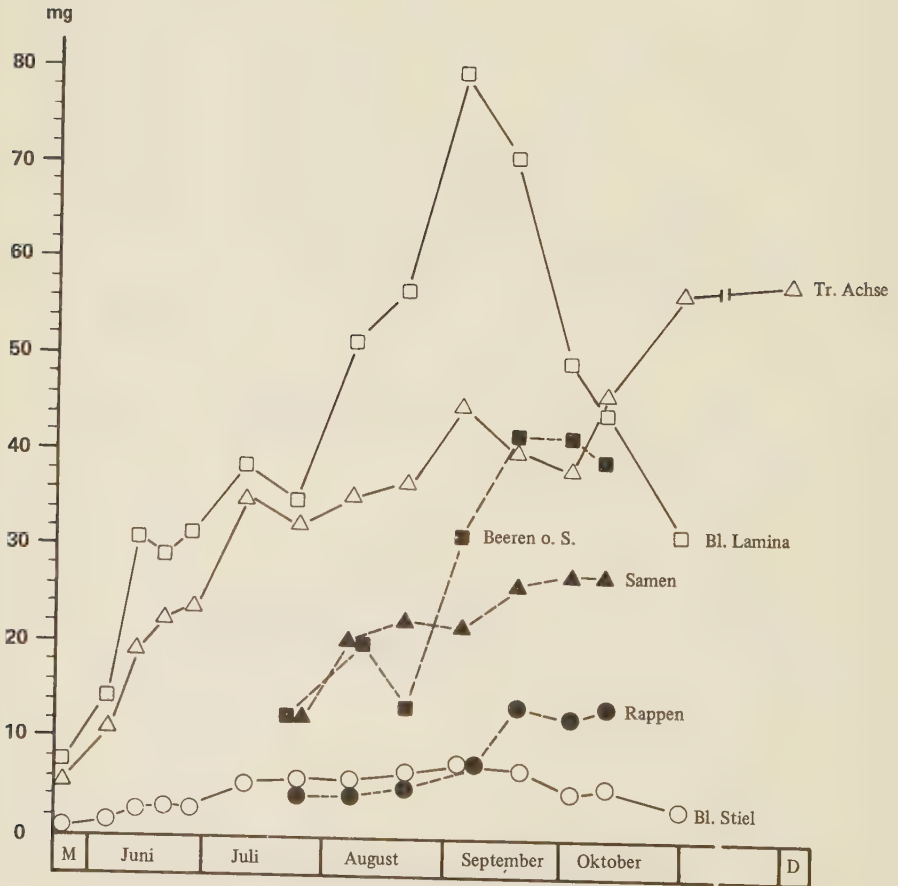


Abbildung 9 b



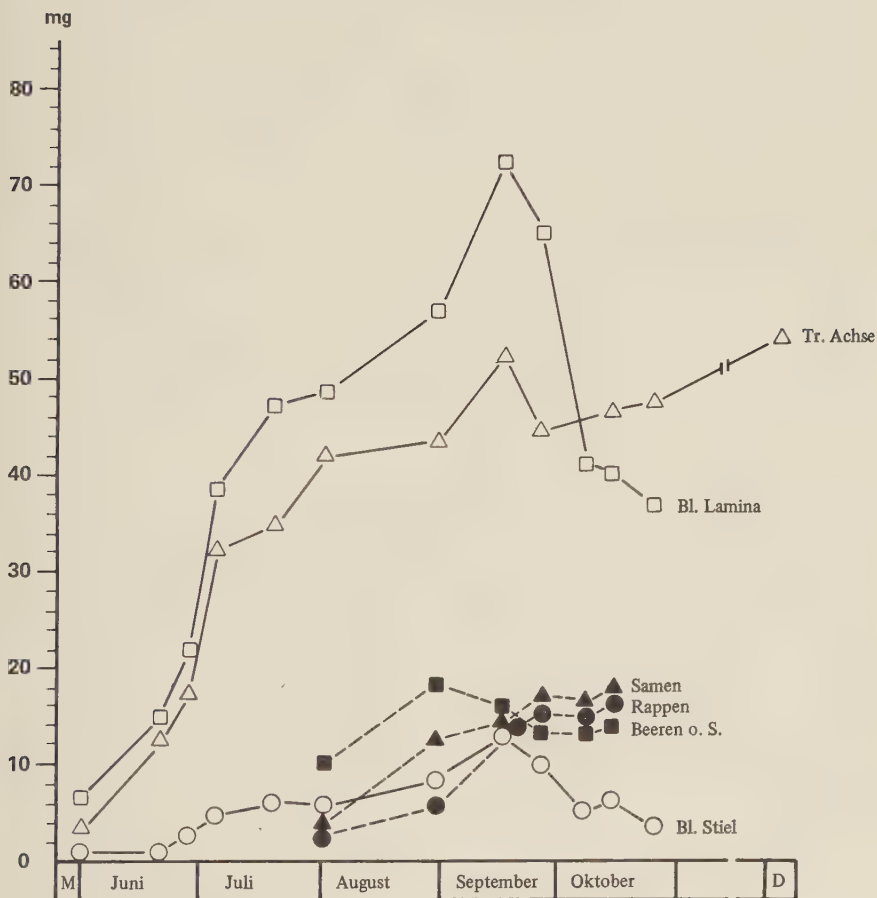
Zeitliche Veränderungen der P-Gehalte (in % Tr. M.) in der Triebachse,
Bl. Lamina und im Bl. Stiel verschiedener Positionen (Abschnitte) 1968

Abbildung 10 a



Mittlere Phosphormengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1967

Abbildung 10 b



Mittlere Phosphormengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationsperiode 1968

Auch der Phosphor findet sich in den Organen mit der größten Masse (Blätter und Triebe) am stärksten vertreten. Während im Jahre 1967 hohe Mengen in den generativen Organen zu finden waren, lagen die Werte 1968 aus bereits angeführten Gründen wesentlich niedriger.

In der Triebachse zeigt sich in beiden Untersuchungsjahren während der ganzen Vegetationsperiode eine zunächst steile, dann flacher verlaufende Zunahme. Die absolute Menge betrug Ende Mai 4,8 bzw. 3,8 mg und zur Zeit des Blattfalles 55 bzw. 50 mg Phosphor. Die größten P-Mengen sind in der Blattlamina vorhanden und zeigen in beiden Jahren etwa den gleichen Kurvenverlauf. Bei der ersten Probeentnahme besaßen sie 8,00 bzw. 6,50 mg und erreichten im Monat September ihr Maximum von 73 bzw. 80 mg. Mit dem Blattfall ist ein Absinken bis auf 30 bzw. 37 mg P zu verzeichnen (beim letzten Sammeltermin Ende Oktober). Eine ähnliche Tendenz wie bei den Blattlamina ist auch bei den Blattstielen wahrnehmbar. Die erste Probeentnahme ergab eine Menge von unter 1 mg Phosphor in beiden Jahren. Vor dem Blattfall, ab Mitte September, konnte eine absolute P-Menge von 3,40 bzw. 3,95 mg nachgewiesen werden.

Die Fruchtstandsgerüste (Rappen) zeigen in beiden Jahren einen deutlichen Anstieg, was im Jahre 1967 (vergl. Ertragsmenge) besonders deutlich zutage tritt. Die Phosphor-Mengen in den Beeren (ohne Samen) steigen in beiden Jahren. Die Mengen Ende Juli/Anfang August betrugen 13 bzw. 11 mg und zur Zeit der Lese 34 bzw. 14 mg Phosphor, wobei der niedrige Wert für 1968 sich aus dem Abfall der Beeren ergab. Innerhalb der fruchtenden Organe nimmt die Menge in den Samen eine Zwischenstellung ein. In beiden Untersuchungsjahren nimmt die P-Menge während der ganzen Vegetationsperiode von 12,2 bzw. 4,2 mg auf 24,0 bzw. 18,0 mg Phosphor zur Zeit der Ernte zu.

4.4 Verteilung der Phosphor-Mengen

In beiden Untersuchungsjahren waren ca. 5 Wochen nach der Blütezeit 33,0 bzw. 42,3 % der insgesamt im Trieb enthaltenen Phosphor-Mengen in den Lamina zu finden,

Tabelle 6

Absolute und relative Phosphor-Mengen in verschiedenen Organen des 2. - 4. Triebes

ORGANE 1967	Termine der Probeentnahmen					
	24. Juli ¹⁾		18. September ²⁾		11. Oktober ³⁾	
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
Tr.Achse	30,32	30,40	41,87	21,04	45,57	27,38
Bl.Lamina	32,89	30,00	71,62	35,95	42,29	25,41
Bl.Stiel	5,65	5,70	7,36	3,69	5,38	3,23
S. veg. Organe	68,86	69,10	120,85	60,68	93,24	56,02
Fr.Rappen	5,65	5,70	13,86	6,95	13,40	8,05
Fr.Samen	12,24	12,30	24,80	12,44	24,30	14,60
Fr.Bereen o. S.	12,86	12,90	39,71	19,93	35,56	21,33
S. fr. Organe	30,75	30,90	78,37	39,32	73,16	43,98
Gesamt	99,61	100,00	199,22	100,00	166,40	100,00
1968	1. August ¹⁾		16. September ²⁾		14. Oktober ³⁾	
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
Tr.Achse	42,30	37,01	52,50	28,66	47,60	32,78
Bl.Lamina	48,37	42,34	72,90	39,80	42,40	29,22
Bl.Stiel	5,64	4,93	13,45	7,34	6,24	4,29
S. veg. Organe	96,31	84,28	138,85	75,80	96,33	66,29
Fr.Rappen	3,10	2,71	13,51	7,37	17,13	11,79
Fr.Samen	4,15	3,63	14,82	8,09	17,80	12,28
Fr.Bereen o. S.	10,73	9,38	15,97	8,74	17,00	9,64
S. fr. Organe	17,98	15,72	44,30	24,20	48,93	33,71
Gesamt	114,29	100,00	183,15	100,00	145,17	100,00

1) ca. 5 Wochen nach der Blüte

2) maximale Entwicklung

3) zur Zeit der Ernte

+) in Prozent der Gesamtmenge des Triebes

dann folgten Triebachse (30,40 bzw. 37,00 %), mit großem Abstand die Beeren o. S. (12,90 bzw. 9,40 %) einschließlich Blattstielen und Fruchtsamen und die Fruchtrappen (5,70 bzw. 2,71 %). Zur Zeit der Ernte veränderten sich die Anteile in einigen Organen - besonders den vegetativen - zugunsten der konkurrierenden Organe. So ergab sich, daß 1967 rund 31,00 % des Phosphors Ende Juli/Anfang August in den fruchtenden Organen vorhanden war, der bis zur Zeit der Lese auf 44,00 % (1967) stieg. Wie schon bei den anderen Mineralien aufgezeigt, verhält sich auch die P-Verteilung in beiden Jahren unterschiedlich. Allgemein nehmen die jungen fruchtenden Organe einen großen Anteil des Phosphors in Anspruch, was vor allem auch bei den jungen Samen deutlich zum Ausdruck kommt.

4.5 Besprechung Phosphor

Vegetative Organe:

Sehr klar und übersichtlich verhalten sich die Phosphat-Gehalts-Kurven für die Triebachse in beiden Jahren. Sie beginnen bei 0,4 % T.S. und fallen relativ steil ab bis auf etwa 0,1 % T.S. Ganz am Ende der Vegetationsperiode ergibt sich ein leichter Anstieg. Dies dürfte zweifellos auf eine Rückwanderung des Phosphates zurückzuführen sein. Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Phosphat-Gehalt eines Organes mit dem Altern desselben abnimmt. Der Verlust an physiologischer Aktivität ist korreliert mit dem Verlust an Phosphat. Dies ergibt sich aus der Rolle des Phosphates bei der Energie-Übertragung innerhalb des Zellmechanismus (ULRICH 1961). Der junge, frisch austreibende Trieb im Frühjahr verfügt über viele meristematische Zellen mit relativ hohen Mengen an Nukleinsäuren, welche hohe Prozentteile an Phosphat in ihrer Struktur enthalten (HOFFER und KRANTZ 1949).

Mit dem Abnehmen der Wachstumsintensität im Laufe der Vegetationsperiode verringert sich die Teilung meristematischer Zellen. Es muß deshalb die Nukleinsäure-Komponente im Trieb gleichfalls eine Tendenz zur Abnahme aufweisen. Parallel zur Abnahme des Wachstums erfolgt eine Reduzierung der Energieübertragung in den Zellen. So wird das sehr deutlich erkennbare Absinken der Phosphat-Gehalts-Kurven gegen den Herbst recht verständlich.

Die absoluten Phosphat-Mengen pro Triebachse nehmen im Laufe der Vegetationsperiode zu. Die Zunahme erfolgt zunächst recht intensiv. Im Sommer flacht die Kurve etwas ab, vor allem im Jahre 1968. Der Kurvenverlauf ist aus der Zunahme der T.S. des Triebes zu erklären. Die Kurven für die Laubblätter zeigen bezüglich der prozentualen Phosphat-Gehalte im Frühjahr ein ähnliches Bild wie die der Triebe und liegen in beiden Jahren etwas über ihnen. Ende August wird jedoch 1967 und 1968 ein leichter Anstieg im Phosphat-Gehalt der Laubblätter erkennbar. Dieses könnte durchaus mit physiologischen Prozessen innerhalb des Laubblattes im Zusammenhang mit der Fruchtreife erklärt werden. Möglicherweise werden neue Enzymstrukturen gebildet, welche Phosphat-Gruppen benötigen, und die zur Einleitung von Fruchtreifeprozessen notwendig sind. Darüber dürfen die Phosphatide nicht vergessen werden, welche an Lamellen und Membranen der Zellen gebunden sind. Insbesondere sind hier die Chloroplasten zu nennen (SCHWARZE 1958). Der Abfall in der 2. Septemberhälfte ist - wie schon öfter betont - mit dem Verlust von Blättern durch Pilzbefall zu erklären. Die Absolutwerte für die Blattspreite weisen auf bekannte Tatsachen hin. Der stetige Anstieg bis zum September ist aus der Trockenzunahme zu erklären. Wie ferner zu sehen ist, setzt bereits im September ein kräftiger Verlust an Laubblattmaterial ein. Dieser Verlust ist größer als man gemeinhin glauben würde. Die Werte für den Phosphor-Gehalt im Blattstiel laufen mehr oder weniger parallel zu denen der Blattspreite. Interessant ist, daß vom Austrieb bis zum August die prozentualen Werte im Stiel über denjenigen der Spreite liegen. Im weinbaulich günstigen Jahr 1967 schneiden sich die Kurven für Stiel und Spreite Ende August. Im kühleren Jahr 1968 berühren sich beide Kurven erst später. Man kann folgern, daß im Blattstiel recht aktive physiologische Prozesse stattfinden müssen, sonst wären seine Werte nicht höher als diejenigen der Spreite. Berücksichtigt man die Tatsache, daß der Blattstiel über eine relativ große Menge an Festigungsgewebe verfügt, welche einen niedrigen Phosphat-Gehalt haben, so muß der Blattstiel andere Gewebepartien haben, die einen sehr hohen Phosphat-Anteil aufweisen. Es handelt sich hier vor allem um die Transportgewebe des Stieles. Besonders interessant erscheint der Wiederanstieg im P-Gehalt der Stiele während des Monats September, der wahrscheinlich auf besonders hohe Transportaktivität zurückzuführen ist. Die Mengen in den Fruchtrappen erscheinen in beiden Jahren in ähnlichen Dimensionen. Gegenüber Sproß und Blattspreite muß auf die relativ niedrigen Absolutwerte hingewiesen werden.

Fruchtende Organe:

Zu den Phosphat-Gehalten für die Beeren ohne Samen wäre zu sagen, daß stets eine abnehmende Tendenz zur Reife hin vorliegt. 1968 steigt am Ende der Frucht-reife der Phosphat-Gehalt etwas an, jedoch sehr geringfügig. Zu betonen wäre, daß der Phosphat-Gehalt unter dem der Blattspreite und des Blattstieles liegt. Offenbar ist bei der jungen, noch wachsenden Frucht der hohe Phosphat-Anteil mit dem Zellteilungswachstum kombiniert. Später jedoch erfordert die Physiologie des Fruchtfleisches nicht mehr dieselben Phosphat-Gehalte je Trockensubstanz.

Überraschend hoch - verglichen mit dem der Beeren - liegt der Phosphat-Gehalt der Samen. Dies kann nur mit dem Embryo und Endosperm selbst korreliert sein. Das Endokarp benötigt zwar während seines Aufbaues gleichfalls Phosphate bzw. Enzyme und andere P-Verbindungen wie Phytin, das Ca-, Mg-Salz der Phytinsäure; im Verlauf der Lignifizierung jedoch nimmt der Phosphat-Gehalt bzw. die Aktivität im Endokarp sehr rasch ab. So muß dem Embryo und Endosperm, welche bekanntlich zahlreiche Proteine, Enzyme und Nukleinsäuren enthalten, ein hoher Phosphat-Anteil zugeschrieben werden (MENGEL 1969, WIERSUM 1966). Bekanntlich enthält das junge Endosperm von Fruchtsamen Zytokinine. Diese machen die Samen zum sogenannten Mobilisationszentrum, durch das z. B. markierte Phosphate aus anderen Organen zugeführt werden (MÜLLER und LEOPOLD 1960).

In den absoluten Mengen des Phosphates der Samen kommt dies natürlich nicht so deutlich zum Ausdruck, weil die Samen - verglichen mit den übrigen Organen - recht niedrige Trockensubstanzen aufweisen; allerdings wird 1967 ab September ein deutlicher Anstieg in den absoluten Phosphat-Mengen erkennbar. Dies ist mit der günstigen Witterung und mit der hohen Traubenernte zu erklären, was schon beim Fruchtfleisch sehr klar erkennbar ist.

Außerordentlich interessant ist das Verhalten der Traubenachse mit den Fruchtstielen. Der Kurvenverlauf ist bei den Prozentgehalten konträr zu allen übrigen Kurven. Er steigt beim Fruchtstandsgerüst an, während die übrigen Organe eine fallende Tendenz aufweisen. Außerdem liegen die Gehalts-Werte überaus hoch. Sie erreichen am Ende der Vegetationsperiode 0,4 bzw. 0,5 %. Damit erreichen sie Werte, wel-

che die Triebspitzen und die jungen Blätter beim Austrieb aufweisen. Es bestehen 2 Möglichkeiten der Deutung:

1. kann es sich um eine hohe physiologische Aktivität
2. kann es sich um eine Anhäufung von Reserve-Phosphaten

handeln. LÄUCHLI (1968) berichtet über die Anhäufung von Ca-Phosphaten in Fruchtsielen. Geringe Mengen an Ca-Phosphaten werden in vielen Pflanzen abgelagert. Es bleibt offen, wie hoch eine eventuelle Menge an Ca-Phosphaten in den Fruchtsielen der Rebe ist. Andererseits besteht die Möglichkeit, daß das Phosphat an physiologischen Umsetzungen beteiligt ist.

Der Stofftransport im Phloem ist nach heutigen Vorstellungen energieabhängig, z.B. werden die transportierten Zucker beim Übertritt von der einen Zelle zur Nachbarzelle phosphoryliert bzw. dephosphoryliert. Auch eventuell gegebene Plasmaströmungen im Transportgewebe sind von der Energiezufuhr abhängig, welche vor allem über ATP gesteuert wird. Hierüber gibt es eine bereits umfangreiche Literatur (WANNER 1952, ZIEGLER 1964, SAUTER 1966, MENGEL 1969, u.a.). ZIEGLER und ZIEGLER (1962) konnten im Siebröhrchensaft recht hohe Mengen an energiereichem Phosphat (und ATP) nachweisen. Damit ist allerdings kein schlüssiger Beweis erbracht, daß der Phloem-Transport allein von der Energiezufuhr abhängig wäre. Auch im Xylem-Teil von Sprossen bzw. Transportgeweben wurde die Phosphatase vor allem in den Holzstrahlen in erheblichen Mengen nachgewiesen (WANNER 1950, FREY 1953, SAUTER 1956). Auch hier findet sich Phosphatase in den Zellen des Stofftransportes, in den jungen Tracheen und anliegenden Tracheiden sowie Holzstrahlen. Neuderings konnte SHELLDRAKE (1968) im Xylem-Saft des kambiumnahen Leitholzes ebenfalls die Phosphatase nachweisen. So ist es nach heutigen Vorstellungen naheliegend, daß die Phosphat-Verbindungen mit dem aktiven Transport in bestimmter Funktion verbunden sind. Aus den vorliegenden Daten können für die Rebe bzw. für den Fruchtsiel keine endgültigen Schlüsse gezogen werden. Es ergibt sich hier jedoch ein interessanter Anhaltspunkt für zukünftige Experimente. Die Absolut-Mengen für das Traubengerüst liegen begreiflicherweise auf einem niedrigen Niveau. Sie nehmen gegen Ende der Vegetationsperiode zu, was aus der prozentualen Zunahme zu erklären ist.

5. Kalium

5.1 Kalium-Gehalte

In Abb. 11 a und 11 b sind die in den Jahren 1967 und 1968 ermittelten K-Gehalte graphisch dargestellt.

In beiden Jahren kann man bei der Triebachse mit fortschreitender Vegetationsperiode eine Abnahme des Kalium-Gehaltes von 2,38 bzw. 2,35 % (Anfang Juni) bis zum Zeitpunkt des Blattfalles auf 0,80 bzw. 0,65 % feststellen. Die Blattspreiten zeigten die gleiche fallende Tendenz wie beim Trieb, allerdings mit der Ausnahme, daß im Jahre 1967 ein wesentlich niedrigerer Ausgangswert bestand, und nach der Blüte ein Anstieg bis Ende Juli erfolgte. Die erste Probe enthält eine Konzentration von 1,18 bzw. 2,10 % Kalium, und zum Zeitpunkt des Blattfalles fanden sich in beiden Jahren 1,0 %. Gegenüber Trieb und Blattlamina zeigen die Blattstiele einen sehr hohen Gehalt an Kalium, der zu Anfang der beiden Vegetationsperioden 2,80 und 2,90 % aufweist. 1968 nahm der Gehalt gleichmäßig bis Anfang Juli auf 4,12 % zu. 1967 dagegen trat - wie bei den Lamina - zur Blütezeit zunächst ein Abfall und danach erst ein Anstieg bis Anfang Juli auf 3,40 % ein. Anschließend sank der Kalium-Gehalt in beiden Jahren gleichmäßig bis Anfang Oktober auf 2,62 % ab. Danach war wieder eine Zunahme zu verzeichnen (2,8 bzw. 3,0 %). Das Fruchtstandsgerüst erreicht den höchsten Kalium-Gehalt von allen Organen der Rebe. Ende Juli/Anfang August waren darin 3,67 bzw. 3,03 % Kalium vorhanden. Das Maximum war Ende August/Mitte September mit 4,21 bzw. 3,67 % K erreicht. Dann trat bis zur Ernte ein starker Abfall ein (2,91 und 2,13 %). Der Gehalt der Beeren ohne Samen an Kalium nahm in beiden Untersuchungsjahren während der Vegetationsperiode von 2,09 bzw. 1,48 % auf 1,16 bzw. 0,92 % ab, im Jahre 1967 - bei höherem Kalium-Gehalt - deutlicher als 1968. Der K-Gehalt der Samen lag niedriger als in anderen Organen. Er nimmt Ende Juli bis September von 1,65 bzw. 1,36 % in beiden Untersuchungsjahren ab, und bleibt dann bis zur Lese etwa konstant bei 0,64 bzw. 0,66 %.

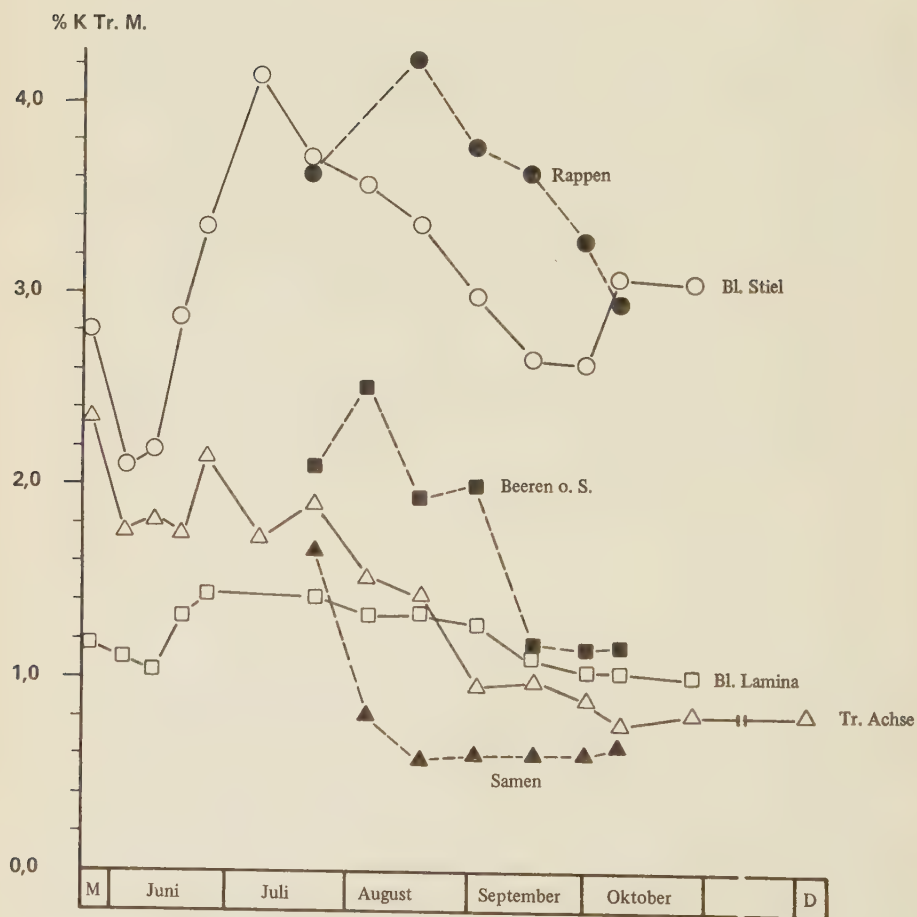
5.2 K-Gehalte von vegetativen Organen verschiedener Positionen

Betrachtet man die K-Gehalte der Blattstiele, Blätter und Triebe aus den verschiedenen Triebabschnitten (Abb. 12 a und 12 b), so ergibt sich, daß beim **Triebe** eine sehr markante Abhängigkeit hinsichtlich der Triebzone zu allen Terminen besteht. In der Basiszone lagen zuerst die geringsten und in der Spitzenzone die jeweils höchsten Gehalte vor (bei einer Differenz von rund 1 % K). Mit Ausreife des Holzes im Herbst nähern sich die Werte einander, lediglich die noch jungen Spitzen liegen im K-Gehalt höher. In den **Blattspreiten** konnten wegen relativ großer Schwankungen, die sich in einem Bereich zwischen ca. 0,90 und 1,20 % K bewegten, keine signifikanten Unterschiede von der Position ermittelt werden. Dafür ergab die statistische Analyse eine signifikante, aber sehr geringe Abnahme mit der Zeit, d. h. mit dem Älterwerden der Blätter. In den **Blattstielen** lassen sich wieder erhebliche Schwankungen nachweisen. Am ausgeglichensten sind die Gehalte in der Traubenzone, die um einen sehr hohen Wert von rd. 3,0 % K schwankten; wobei gegen Ende der Vegetationszeit eine leichte Zunahme einsetzte. Die Gehalte in den Blattstielen aus mittleren Positionen liefen parallel zu denen der Basis. Die Blätter aus der Spitze besaßen zunächst höhere, am Ende der Vegetationszeit dagegen niedrigere K-Gehalte.

5.3 Kalium-Mengen

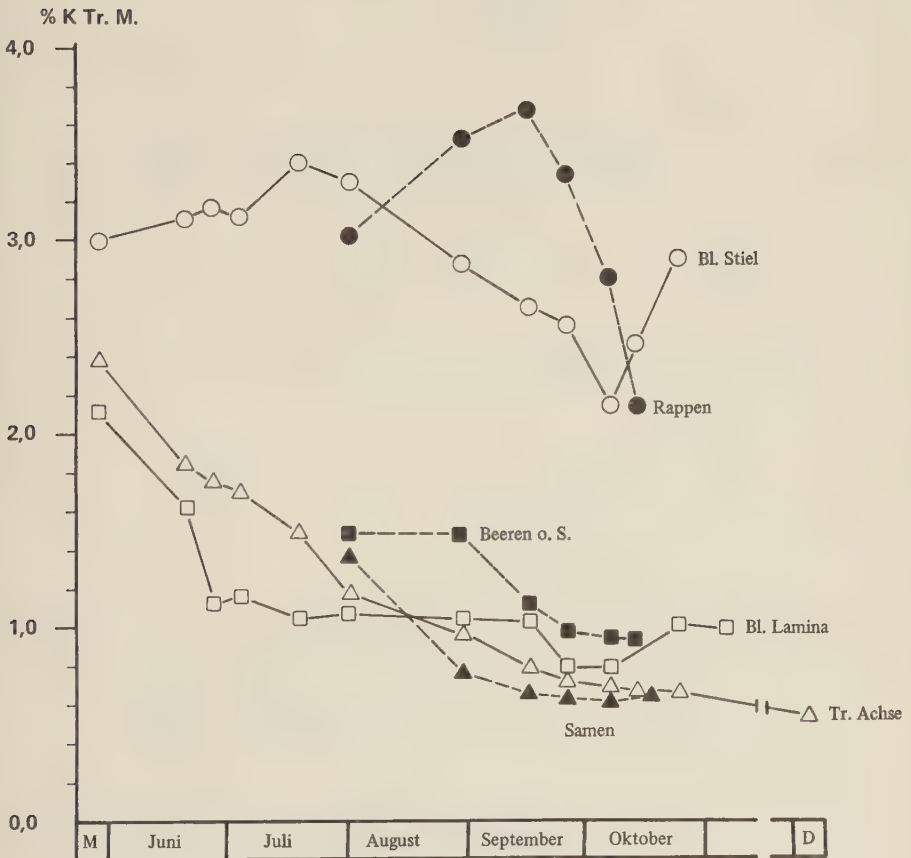
Die absoluten Kalium-Mengen in der **Triebachse** nahmen in beiden Untersuchungsjahren von Anfang der Vegetationsperiode an zunächst sehr steil, dann weniger stark bis Mitte September zu (314 bzw. 290 mg) und fielen danach deutlich ab (Materialverlust). Die absoluten Kalium-Mengen im Trieb haben 1967 bis Anfang August, 1968 bis Mitte September etwa gleichhohe Werte wie die **Blattlamina**. 1967 überholte die K-Menge der Blattlamina diejenige der Triebe. Zu Anfang der Vegetationsperiode ergaben sich ca. 20 bzw. 29 mg Kalium. Das Maximum beträgt im September 442 bzw. 362 mg. Die Menge nimmt dann infolge vorzeitigen Blattfalles sehr stark ab und erreicht schließlich 215 bzw. 217 mg. Eine relativ ähnlich verlaufende Tendenz zeigte sich auch in den **Blattstielen**. In beiden Untersuchungsjahren ergab sich zu Anfang der Vegetationsperiode eine absolute Menge von 3,9 bzw. 2,9 mg, ein Maximum Mitte September von 114 bzw. 127 mg, und

Abbildung 11 a



Verlauf der mittleren K-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1967

Abbildung 11 b



Verlauf der mittleren K-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1968

Abbildung 12 a

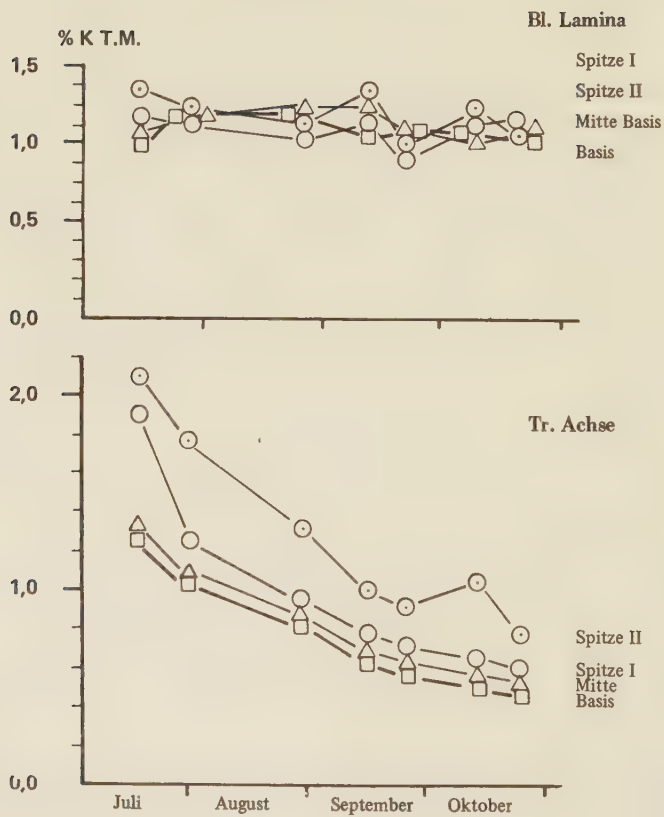
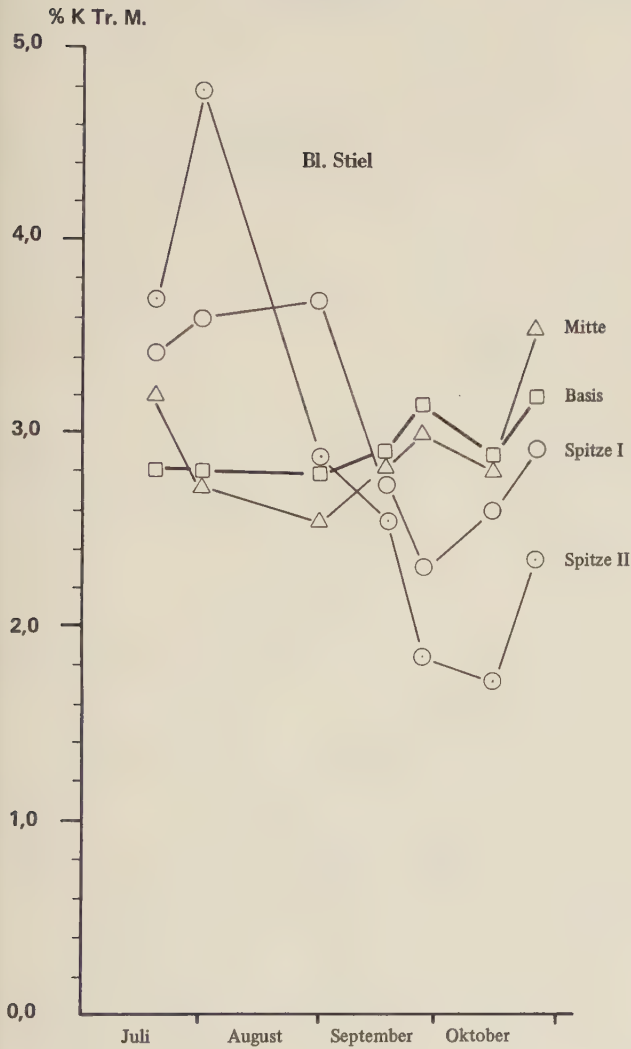
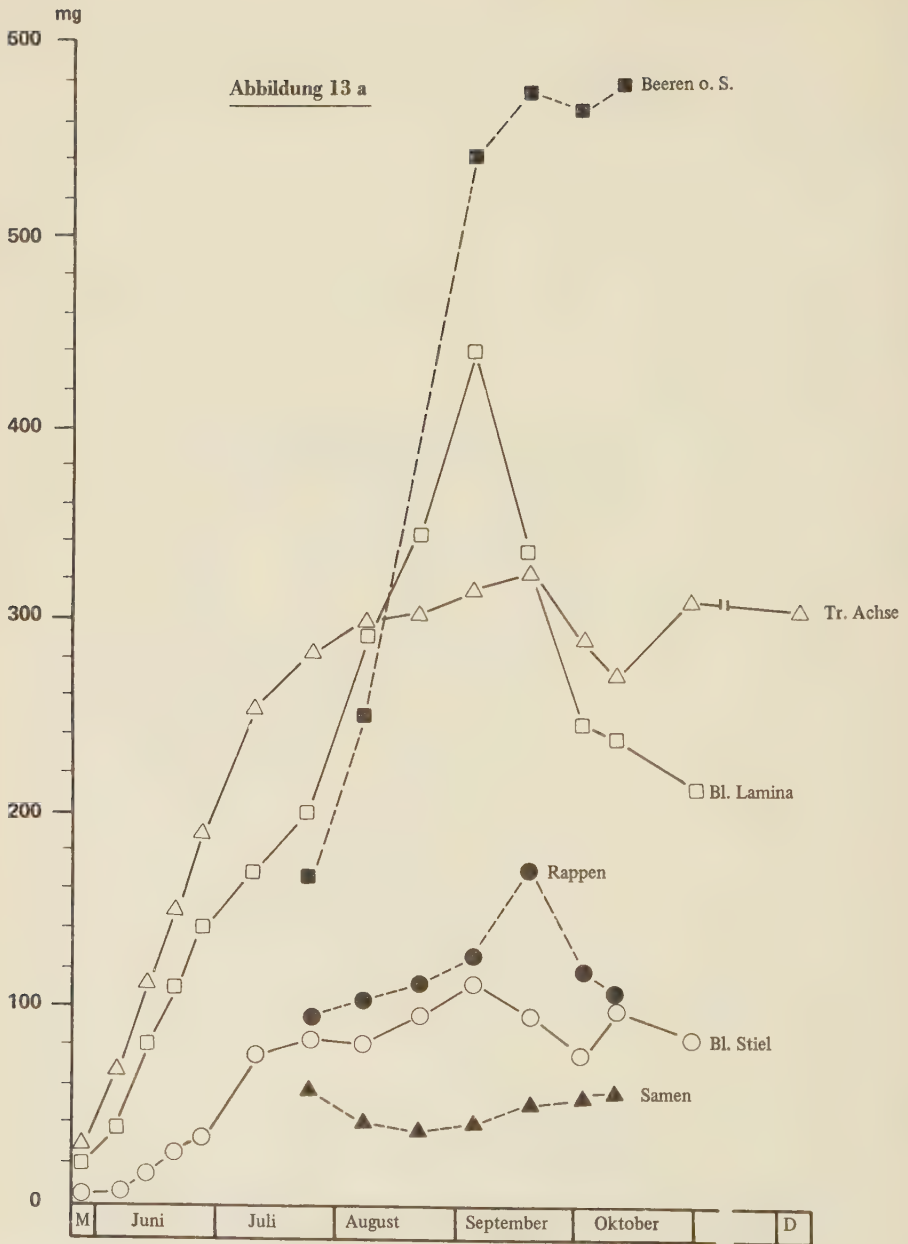


Abbildung 12 b

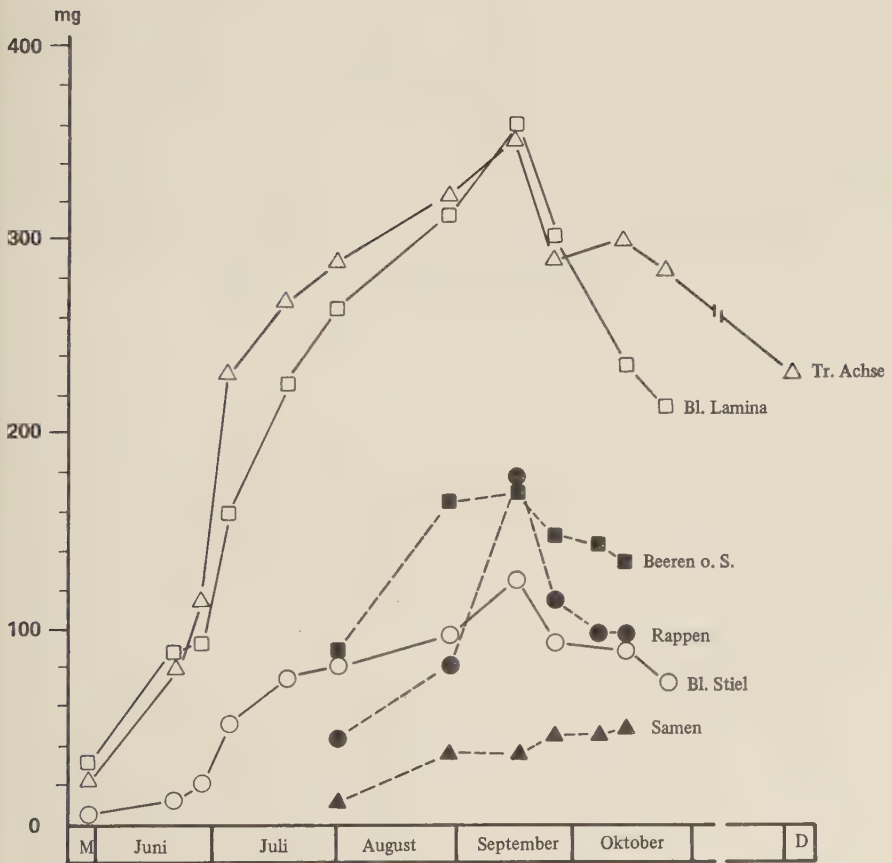


Zeitliche Veränderungen der K-Gehalte (in % Tr. M.) in der Triebachse, Bl. Lamina und im Bl. Stiel verschiedener Positionen (Abschnitte) 1968



Mittlere Kaliummengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1967

Abbildung 13 b



Mittlere Kaliummengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1968

zur Zeit der letzten Probeentnahme Ende Oktober waren noch 74 bzw. 85 mg vorhanden (herbstlicher Blattfall, Abnahme des Gehaltes). In beiden Untersuchungsjahren zeigte die Kalium-Menge im Fruchtstandsgerüst einen sehr ähnlichen Kurvenverlauf. Das Maximum wurde Mitte September mit 173 bzw. 179 mg erreicht, danach erfolgte bis zur Zeit der Lese eine Abnahme der absoluten Kalium-Menge auf 108 bzw. 95 mg. Die Beeren (o.S.) zeigten im Jahre 1967 eine wesentlich höhere absolute Kalium-Menge an, was mit dem höheren Beerenbehang zusammenhing. Das Maximum wurde Mitte Oktober mit 588 mg erreicht, im Jahre 1968 liegt es aus bekannten Gründen sehr niedrig (136 mg). Die niedrigsten Werte der absoluten Menge an Kalium zeigen die Samen, die in beiden Untersuchungsjahren mit zunehmender Reife leicht auf 50 bzw. 56 mg ansteigen - mit Ausnahme des Jahres 1967, wo die Menge von Ende Juli bis Mitte August zuerst abnimmt. Die 1967 Ende Juli vorhandene Abnahme läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß zu diesem frühen Termin eine einwandfreie Trennung von Fruchtfleisch und Fruchtsamen nicht möglich war.

5.4 Verteilung der Kalium-Mengen

Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, fällt Ende Juli/Anfang August der größte Kalium-Anteil auf den Trieb (32,08 %). Es folgen die Blattlamina, an dritter Stelle Beeren (o.S.), dann Blattstiel und Fruchtstandsgerüst. An letzter Stelle stehen die Fruchtsamen mit 6,6 % des im Gesamttrieb gefundenen Kaliums. Im Jahre 1968 bleibt dieser Verteilungsmodus prinzipiell erhalten. Allerdings verändern sich die absoluten und relativen Werte geringfügig bei einigen Organen, so bei den Blattlamina, Fruchtsielen und Fruchtsamen.

Im Herbst (18. bzw. 16. September) sticht als Hauptcharakterisierung hervor, daß 1967 eine bedeutende Kali-Verlagerung in die Beeren eintrat, wo 43 % des Trieb-Kaliums vorlagen (das Jahr 1968 kann hierbei nicht als repräsentativ gewertet werden).

Insgesamt dürften die Kalium-Mengen im Gesamttrieb so verteilt sein, daß, je nach Ausmaß des Fruchtbehangs, 50 % und mehr in den fruchtenden Organen vorliegen.

Tabelle 7

Absolute und relative Kalium-Mengen in verschiedenen Organen des 2. - 4. Triebes

ORGANE 1967	Termine der Probeentnahmen					
	24. Juli ¹⁾		18. September ²⁾		11. Oktober ³⁾	
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
Tr.Achse	286,50	32,08	323,10	20,77	274,90	20,07
Bl.Lamina	201,60	22,56	337,20	21,65	242,00	17,65
Bl.Stiel	83,60	9,35	96,80	6,23	102,50	7,47
S. veg. Organe	571,70	63,99	757,10	48,65	619,40	45,19
Fr.Rappen	94,30	10,55	172,60	11,08	108,30	7,90
Fr.Samen	59,40	6,64	51,30	3,29	55,60	4,05
Fr.Beerens	168,00	18,82	575,80	36,98	587,70	42,86
S. fr. Organe	321,70	36,01	799,70	51,35	751,60	54,81
Gesamt	893,40	100,00	1556,80	100,00	1371,00	100,00
1968	1. August ¹⁾		16. September ²⁾		14. Oktober ³⁾	
Tr.Achse	290,10	36,93	357,60	28,99	301,40	33,07
Bl.Lamina	266,00	33,85	361,50	29,28	238,60	26,18
Bl.Stiel	82,50	10,49	126,80	10,27	90,62	9,96
S. veg. Organe	638,60	80,27	845,90	68,54	630,62	69,21
Fr.Rappen	44,80	5,66	178,80	14,48	94,80	10,40
Fr.Samen	13,80	1,75	37,20	3,01	50,30	5,51
Fr.Beerens o.S.	88,60	11,27	172,40	13,96	135,60	14,87
S. fr. Organe	147,20	19,73	388,40	21,46	280,70	30,79
Gesamt	785,80	100,00	1234,30	100,00	911,32	100,00

1) ca. 5 Wochen nach der Blüte

2) maximale Entwicklung

3) zur Zeit der Ernte

+) in Prozent der Gesamtmenge des Triebes

5.5 Besprechung Kalium

Vegetative Organe:

Vom Austrieb bis zum 26. September 1968 beanspruchen Triebe und Blattlamina nahezu die gleiche absolute Kali-Menge, nämlich durchschnittlich 320 - 360 mg pro Gesamttrieb. Hinzu kommt die Kali-Menge in Blattstielen, welche im September ein Maximum von 120 mg pro Trieb erreicht. Interessant ist, daß die Triebachse vom 4. Juli bis 1. August $\frac{1}{3}$ der gesamten Kali-Menge aufnimmt. Vergleicht man die Kali-Mengen der Blattstiele, so fällt auf, daß in dieser Periode die Kali-Zunahme stagniert. In dieser Periode eilt der Trieb hinsichtlich des Kali-Bedarfs den Blattspreiten voraus.

Der enorme Kali-Bedarf bei Trieb und Blatt ist in erster Linie mit der hohen Zuwachsrates zu erklären; hinzu kommen der besondere Kali-Anspruch bei der Ausbildung der Leitgefäße, der Zellwände und die erforderliche Präsenz bei den Transportvorgängen (MENGEL 1969, FREY-WYSSLING 1959). GÄRTEL (1960) gibt für Ende September für gesundes, einjähriges Holz den Gehalt von 0,73 % T.S. Kalium an. Dies trifft beinahe den hier ermittelten Wert von 0,75 %. Auch für Blattlamina und Blattstiel liegen die von GÄRTEL erwähnten Durchschnittswerte in der Größenordnung etwa im Bereich dieser Untersuchungen.

Im Blatt ist durch zahlreiche Untersuchungen die Beziehung zwischen Kali und der assimilatorischen Leistung erhärtet, vor allem spielt Kalium eine große Rolle deshalb, weil es die Proteinsynthese fördert. Es stimuliert die Polymerisation der Aminosäuren und Peptide zu den hochmolekularen N-Verbindungen (LUBLIN und ENNIS 1964). Auch im August, bei vollem Wachstum, enthält der Sproßteil immer noch mehr Kali als die Blattlamina, obwohl bekanntlich die Assimilation und die Respiration der Laubblätter in starkem Maße vom Kali-Gehalt abhängig sind (PIRSON, TICHY, WILHELMI 1952).

Immerhin ist das Frischgewicht der Blätter im August höher als das der Triebe. Das Trockengewicht verschiebt sich im Laufe des Monats August etwas zugunsten der Triebe. Betrachtet man weiter den prozentualen Kali-Gehalt in der Trockensubstanz, so ergibt sich ziemlich einheitlich in allen Teilen der Triebe eine ständige Abnahme

an Kali im Verlauf der Vegetationsperiode. Dies entspricht den bisher bekannten Befunden über die Kali-Gehalte im Trieb bzw. in dessen spez. Gewebeteilen (COOK 1966, GRUPPE 1961, PREUSCHOFF 1968).

Physiologisch betrachtet, kann dieses Phänomen mit einer relativen Abnahme von hochaktiven Geweben und einer Zunahme von weniger aktiven Holzgeweben erklärt werden.

Fruchtende Organe:

Das Gewicht der Beeren (ohne Samen) nimmt ab Juli steil zu, allerdings mit Differenzen in beiden Jahren (siehe weiter vorn). Einen ähnlichen Anstieg beobachteten wir auch bei der von der Frucht beanspruchten absoluten Kali-Menge. Hier ist darauf hinzuweisen, daß bei der Apfelfrucht der Säureanteil parallel mit dem Kalium zunimmt (WILKINSON 1958). Eine solche Beziehung kann auch bei der Traube gegeben sein. Die Parallelität von Frischgewicht und absoluter Kali-Menge ist zum Teil aus der engen Beziehung zwischen Kali einerseits und dem osmotischen Wert der Zelle andererseits, d.h. aus dem Wassergehalt der Beere, zu erklären.

Der hohe Kali-Bedarf der Beere kann bei ungenügender Kali-Versorgung zu Mangelerscheinungen innerhalb der Rebenpflanzen führen, wenn man davon ausgeht, daß die reifenden Beeren als dominierende Attraktionszentren innerhalb der Gesamtrebe zu betrachten sind. Tatsächlich lassen sich nicht selten, z.B. bei der Sorte Müller-Thurgau, zur Zeit der Beerenreife Kali-Mangelsymptome an den Blättern der Traubenzone beobachten. Im August bleibt der prozentuale Kali-Gehalt der Beeren in beiden Jahren am höchsten, ab September - besonders 1967 - sinkt er ab. Letzteres Moment ist als Verdünnungseffekt zu werden, da Frisch- und Trockengewicht des Fleisches immer zunehmen. Die hohen Werte im August erklären sich aus z.T. der Notwendigkeit einer hohen Permeabilität der Traubenzellwände während der Stoffeinlagerung. Dies würde sich auf den Kali-Besatz der Zellgrenzflächen, insbesondere des Plasmalemmas, beziehen. Allerdings entfällt auf die Vakuolen, welche in den Zellen der Traube sehr groß sind, ein Teil des Kaliums. Auch MENGEL (1965) hat bei Gerste beachtliche Mengen an gelöstem Kalium nachgewiesen.

Der absolute Kali-Bedarf der Samen steigt bis zur Vollreife laufend an, was mit der Zunahme des Trockengewichtes aller Samen je Trieb in Übereinstimmung steht. Im Verlaufe der Fruchtreife erreicht die absolute Kali-Menge in den Samen beachtliche Werte, was auf eine bedeutsame Rolle dieses Minerals bei dem physiologischen Reifeprozess der gesamten Frucht schließen läßt, wobei die Faktoren der Zellpermeabilität in der Enzymaktivierung eine wichtige Rolle spielen. Es ist anzunehmen, daß das Endokarp bei der Ausbildung der sekundären Zellwände Kalium benötigt. Die Polymerisierung der Glukose-Einheiten zu Zellulose z. B. bedarf der K-stimulierten Hydrolasen. Hieraus erklärt sich die Zunahme der absoluten Kali-Menge bis in den Oktober hinein. Es ist darauf hinzuweisen, daß bei vielen Früchten, wie z. B. bei der Orange, das Kali - verglichen mit den übrigen Ionen - allein einen Einfluß auf die Fruchtgröße hat (SMITH und RASMUSSEN 1959).

Im Hinblick auf die prozentuale Kali-Menge je Gramm Trockensubstanz ergeben sich weitere Aspekte. Bis Mitte September sinken die Werte für K, danach bleiben sie bis zur Lese konstant. Offenbar hat der Samen Anfang September die Differenzierung der Zellgewebe im Endokarp abgeschlossen, was bis Mitte September zu einem Aktivitätsverlust und zu einer Verringerung des Kali-Bedarfs führt.

Der absolute und der prozentuale Kali-Gehalt des Fruchtgerüsts zeigt 1968 am 16. September und 1967 Anfang September einen sehr ausgeprägten Peak mit 4 % T.S. Hier liegt GÄRTEL (1960) mit 2,17 % T.S. Kali wesentlich niedriger, was wohl damit zu erklären ist, daß er andere Sorten analysiert hat. Das Absinken der Werte nach den angegebenen Terminen läßt wohl aus den Kurven für Frisch- und Trockengewicht erklären, welche für den angegebenen Zeitraum eine fallende Tendenz zeigen. Der Peak in den beiden Jahren weist - verglichen mit den übrigen Organen - sehr hohe Werte auf. Dies lenkt den Blick auf die Bananenstaude, wo in der Blütenstandsachse der Kali-Gehalt auf 14 % Trockensubstanz ansteigen kann (FREIBERG 1966). Bekanntlich verlangt der enorm große Fruchtstand der Banane die Zufuhr von gewaltigen Mengen an organischer Substanz.

Bekanntlich erfolgt der Transport zur Frucht bei den Pflanzen im allgemeinen bevorzugt im Phloem (FISCHER 1967, ZIEGLER 1965). Das Kalium und die übrigen

Mineralien treten im Phloemsaft auf. Das dort hoch bewegliche Kalium liegt jedoch an erster Stelle (BUKOVAC und WITTWER 1957). Im Blütenstiel von *Yucca* z. B. überwiegt es gegenüber allen anderen Ionen. Der pH-Wert des Phloem-Exudates ist deshalb mit 8,2 sehr hoch (DIE und TAMMES 1964). Die in den Siebröhren zahlreich vorhandenen Enzyme werden meist durch Kalium stimuliert, so auch Phosphorylasen und Phosphatasen. Einen positiven Hinweis auf die Bedeutung der letztgenannten Enzyme ergibt der hohe P-Gehalt der Fruchstiele, worauf im Kapitel 4 hingewiesen wurde.

6. Calcium

6.1 Calcium-Gehalte

In den Abb. 14 a und 14 b sind die in den Jahren 1967 und 1968 ermittelten Ca-Gehalte graphisch dargestellt.

Vergleicht man die Ca-Gehalte in den einzelnen Organen, so fällt als Besonderheit der hohe zeitliche Anstieg in den Blättern – gleichermaßen in Lamina und Stielen – auf. In allen anderen Organen liegen die Werte wesentlich niedriger; im Trieb erfolgt nur eine schwache Zunahme, während in den generativen Organen sogar eine Abnahme zu verzeichnen ist. Der Verlauf der Kurven stimmt in beiden Jahren weitgehend überein. Im Trieb nimmt der Ca-Gehalt zu Beginn der Vegetationsperiode in beiden Jahren zunächst leicht ab (1967 bis Mitte Juli, 1968 bis Mitte September), dann bis zum Ende der Vegetationsperiode wieder zu. Ende Oktober lagen die Werte bei 0,91 bzw. 0,85 %. In den Blattlamina ist in beiden Jahren ein starker Anstieg im Laufe der Vegetationsperiode zu beobachten. Die Ausgangsgehalte zu Beginn lagen bei 0,87 und 1,31 % Ca. Beim Blattfall zeigt sich eine Konzentration von 3,16 bzw. 3,10 % Ca.

Von den fruchtenden Organen besaß das Fruchtstandsgerüst die höchste Konzentration. In beiden Untersuchungsjahren zeigten sich zunächst Ca-Werte von 0,42 bzw. 0,60 %. Bis zur Lese sanken die Werte allmählich auf 0,27 bzw. 0,43 % Ca ab. Die Beeren (ohne Samen) zeigten immer die niedrigsten Werte. Sie verminderten sich von 0,41 bzw. 0,50 % (Ende Juli/Anfang August) auf 0,13 und 0,20 % zur Lese. Der Durchschnittsgehalt der Samen lag zwischen den Werten der beiden obengenannten Organe. Die Anfangsgehalte lagen in beiden Jahren bei 0,49 bzw. 0,54 %. Im Jahre 1967 blieben die Werte konstant, und im Jahre 1968 nahmen sie leicht ab. Kurz vor der Lese war in beiden Untersuchungsjahren ein Gehalt von 0,39 % Ca zu verzeichnen.

6.2 Ca-Gehalte der vegetativen Organe verschiedener Positionen

Von den Ca-Gehalten der vegetativen Organe zeigt der Trieb in seinen

sämtlichen Abschnitten in Basis, Mitte, Spitze I, Spitze II und Terminen gesicherte signifikante Unterschiede (Abb. 15a). Vergleicht man die Abschnitte untereinander, so weist den höchsten Ca-Gehalt während der gesamten Vegetationsperiode die Triebbasis auf. Die Ca-Werte nehmen mit fortreichender Vegetationsperiode leicht ab, steigen aber von Mitte September stark an. Die anderen Abschnitte verhalten sich bei etwas niedrigerer Ca-Konzentration gleichläufig. Lediglich die Triebspitze II zeigte Schwankungen. In den Blattspreiten (Abb. 15 b) war während des gesamten Untersuchungszeitraumes ein Anstieg des Ca-Gehaltes zu beobachten. Eine gewisse Schwankung weisen lediglich die Blätter der Spitze II im Monat September auf. Die höchste Ca-Konzentration besaßen wiederum die älteren Blätter (Traubenzone), die geringste die jüngsten (Spitze II). Die Ca-Werte der Blätter von Trieb, Mitte und Spitze I liegen zwischen diesen Extremen und bewegen sich während der Vegetation annähernd parallel zu denjenigen der Basisblätter.

Die Blattstiele (Abb. 15 a) zeigten im Ca-Gehalt die gleiche Tendenz. Die höchsten Werte besaßen wiederum die Basisstiele, während die Stiele der Spitze II die geringsten Ca-Konzentrationen aufwiesen. Die Ca-Werte der Stiele der jüngsten Blätter stiegen während des Untersuchungszeitraumes nur sehr wenig an. Demgegenüber nahmen jedoch die Werte aus den anderen Triebabschnitten, besonders im Oktober, sehr stark zu.

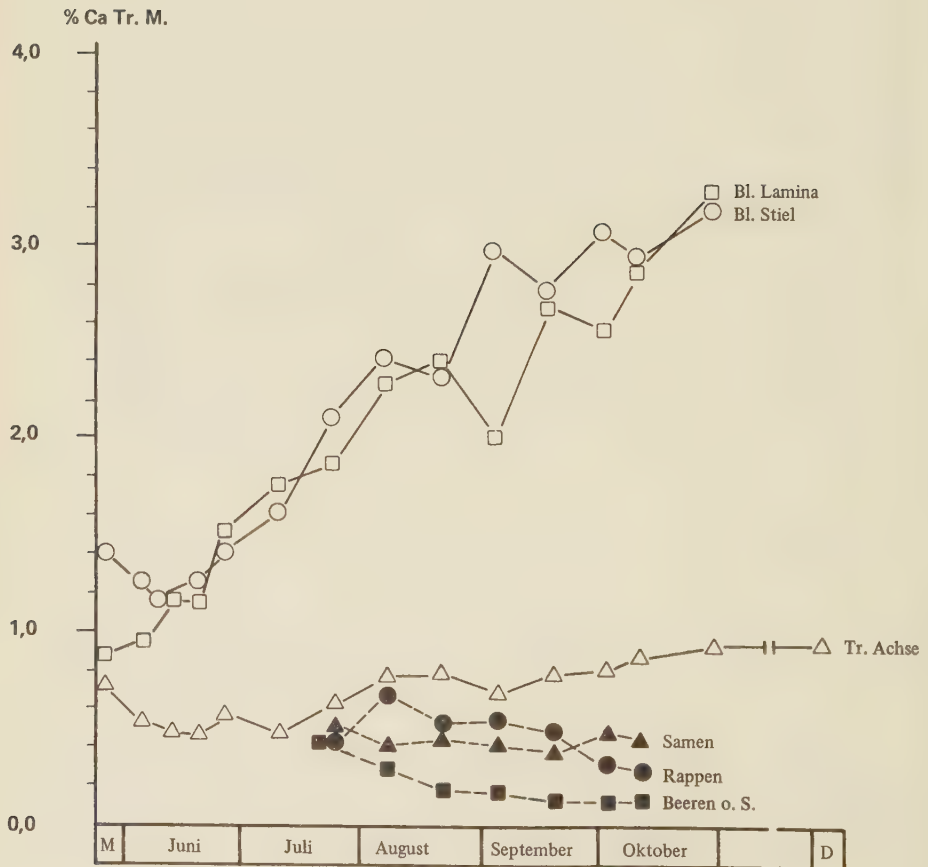
6.3 Calcium-Mengen

Die aus dem Trockengewicht und den prozentualen Gehalten errechneten Ca-Mengen sind in Abb. 16 a und 16 b dargestellt.

Der Verlauf der Kurven zeigt in beiden Jahren in den vegetativen Organen eine sehr weitgehende Übereinstimmung, wobei die Blattspreiten die höchsten Ca-Mengen erreichen. In einigem Abstand folgen die Triebe, danach - entsprechend ihrem geringen Gewichtsanteil - die Blattstiele.

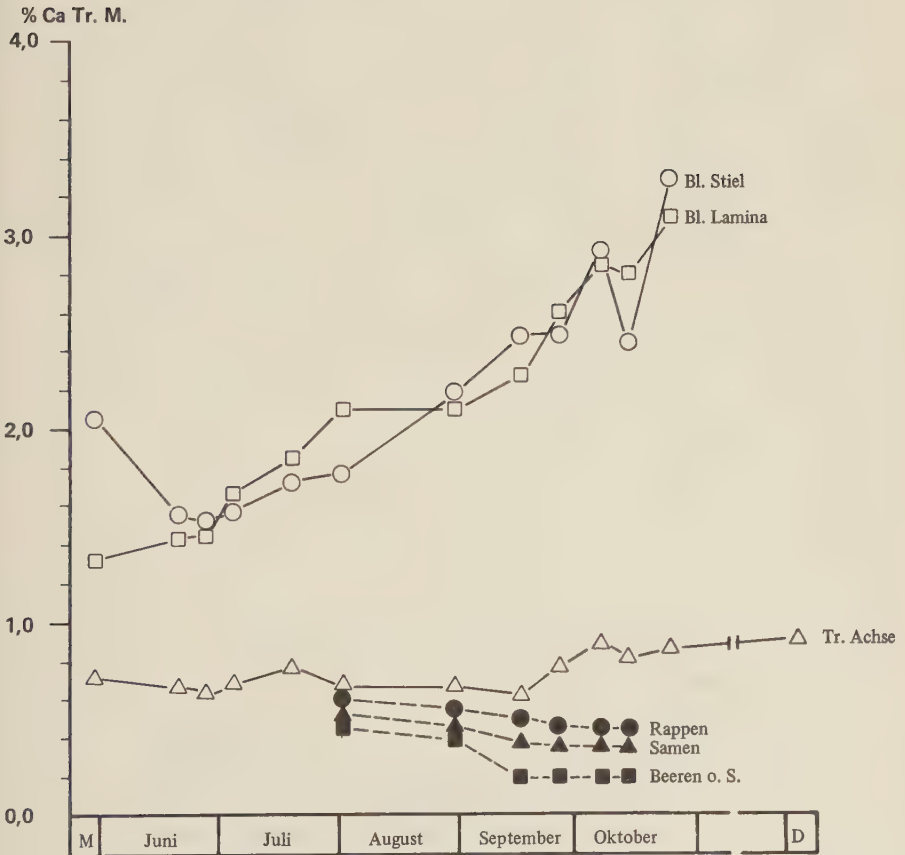
In beiden Untersuchungsjahren ergaben sich in der Triebachse sehr ähnliche absolute Ca-Mengen. In der Blattlamina lagen die Ausgangswerte bei 15,00 bzw. 18,00 mg. Ein steiler Anstieg bis Ende September führt zu einer Ca-Menge

Abbildung 14 a



Verlauf der mittleren Ca-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1967

Abbildung 14 b



Verlauf der Mittleren Ca-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1968

Abbildung 15 a

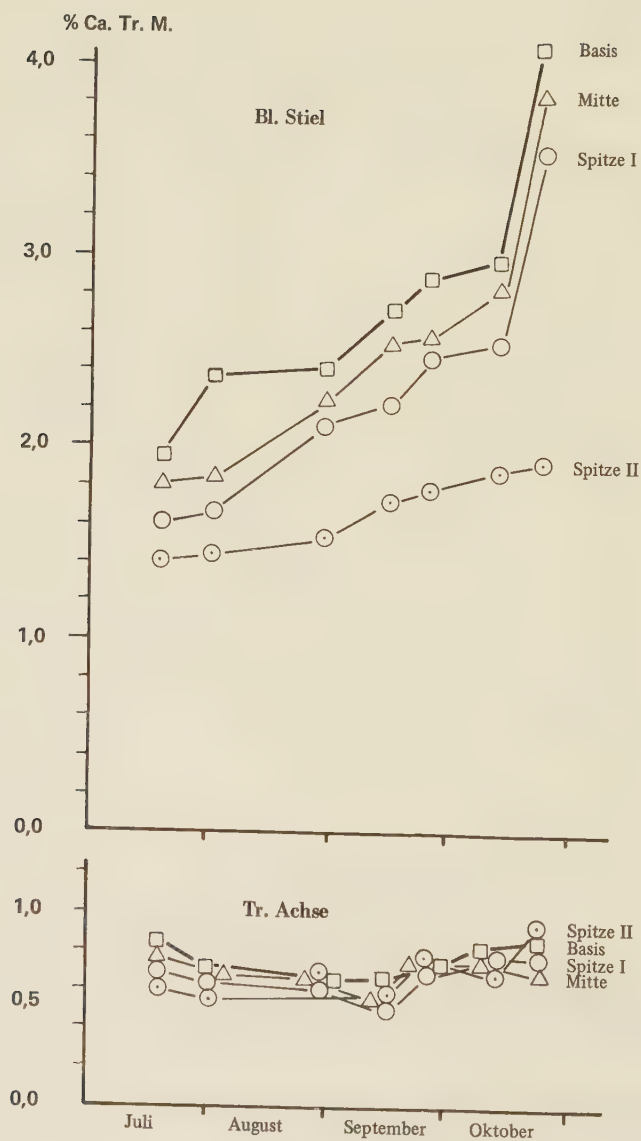
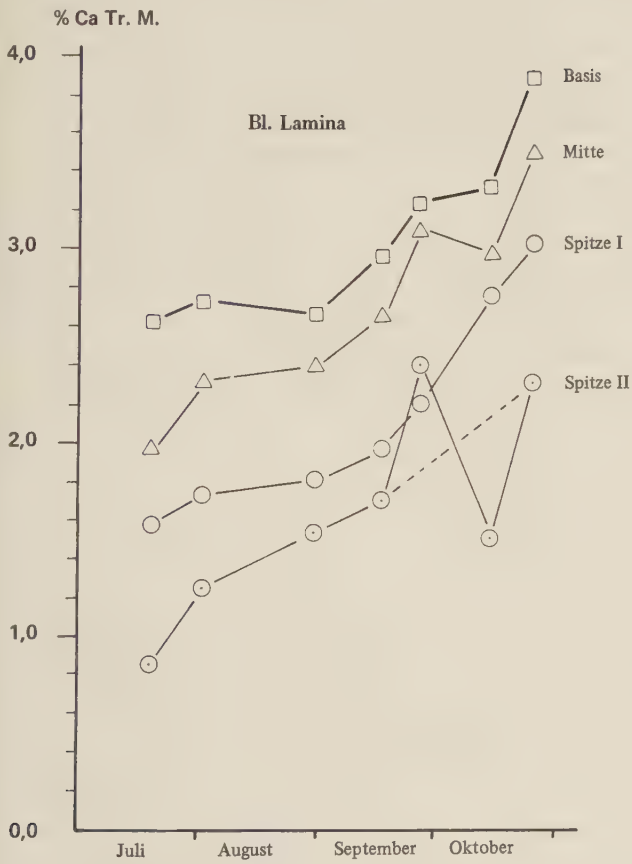


Abbildung 15 b



Zeitliche Veränderungen der Ca-Gehalte (in % Tr. M.) in Triebachse, Bl. Lamina und im Bl. Stiel verschiedener Positionen (Abschnitte) 1 9 6 8

von 841 bzw. 788 mg. Die höchste Zunahmerate lag im Juli. Für den darauf folgenden Abfall ist der Blattverlust verantwortlich. In den Blattstielen ist ein ähnlicher Anstieg wie in den Blättern von 2,00 bzw. 1,95 g auf 84,00 bzw. 89,00 g beim Blattfall festzustellen.

Die fruchtenden Organe enthalten demgegenüber wenig Ca. Im Jahre 1968 lagen die Werte infolge des vorzeitigen Beerenfalles so niedrig, daß sie in den graphischen Darstellungen der vegetativen Organe nicht in Erscheinung treten. Daher sind sie in den Abb. 16 a und 16 b, mit anderem Maßstab versehen, wiedergegeben. Von den fruchtenden Organen zeigte das Fruchtstandsgerüst die geringsten Ca-Mengen. Von 11 bzw. 3 mg Ende Juli/Anfang August stiegen die Werte auf 22,90 bzw. 6,13 mg an; darauf nahmen sie ab bis auf 10 bzw. 5 mg zur Zeit der Lese. Die Beeren (ohne Samen) zeigten in beiden Untersuchungsjahren höhere Ca-Mengen als bei Fruchtstielen und Fruchtsamen, und zwar Ende Juli 33 bzw. 4 mg. Zur Zeit der Lese lagen insgesamt 66 bzw. 9 mg vor, wobei für 1968 wieder die Einschränkung hinsichtlich des vorzeitigen Beerenfalles gemacht werden muß. In beiden Untersuchungsjahren war im Samen eine Zunahme von 17,60 g (1967) bzw. 2,20 g (1968) Ende Juli/Anfang August festzustellen. Zur Zeit der Lese war eine Ca-Menge von 33,90 bzw. 8,80 g vorhanden.

6.4 Verteilung der Calcium-Mengen

Aus Tab. 8 ist ersichtlich, daß Ende Juli 57 bzw. 70 % des Ca von den Blattspreiten beansprucht werden. Im Jahre 1968 entfällt auf sie mehr Ca, weil mehr Beeren abgefallen waren. Auch in den Trieben macht sich dies bemerkbar. Auf sie entfällt 1968 etwas mehr Ca als 1967. Demgegenüber entfallen auf die Blattstiele in beiden Jahren etwa die gleichen Ca-Anteile. Es ist gut erkennbar, daß die fruchtenden Organe - verglichen mit den vegetativen - außerordentlich geringe Mengen des Ca-Angebotes aufnehmen, wofür nur das Jahr 1967 hervorgehoben werden kann, wo unter 10 % der gesamten Ca-Menge eines Triebes in den fruchtenden Organen zu finden war.

Tabelle 8

Absolute und relative Calcium-Mengen in verschiedenen Organen des 2. - 4. Triebes

ORGANE	Termine der Probeentnahmen					
	24. Juli ¹⁾		18. September ²⁾		11. Oktober ³⁾	
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
1967						
Tr.Achse	94,00	20,00	250,60	19,90	307,40	25,70
Bl.Lamina	266,00	56,70	787,89	62,60	679,50	56,90
Bl.Stiel	47,70	10,20	101,60	8,10	97,10	8,20
S. veg. Organe	407,70	86,90	1140,18	90,60	1084,00	90,80
Fr.Rappen	10,80	2,30	22,90	1,80	10,00	0,90
Fr.Samen	17,60	3,80	30,80	2,40	33,90	2,80
Fr.Beerens o.S.	33,00	7,00	64,50	5,20	65,90	5,50
S. fr. Organe	61,40	13,10	118,20	9,40	109,80	9,20
Gesamt	469,10	100,00	1258,20	100,00	1193,80	100,00
1968						
	1. August ¹⁾		16. September ²⁾		14. Oktober ³⁾	
Tr.Achse	167,60	22,60	285,00	23,20	368,30	31,70
Bl.Lamina	520,70	70,20	803,00	65,40	681,10	58,62
Bl.Stiel	44,40	6,00	118,30	9,60	90,08	7,75
S. veg. Organe	732,70	98,80	1206,30	98,20	1139,48	98,07
Fr.Rappen	2,70	0,36	6,13	0,49	4,66	0,40
Fr.Samen	2,20	0,29	6,80	0,55	8,80	0,75
Fr.Beerens o.S.	4,00	0,55	9,30	0,75	8,80	0,75
S. fr. Organe	8,90	1,20	22,23	1,80	22,26	1,93
Gesamt	741,60	100,00	1228,53	100,00	1161,74	100,00

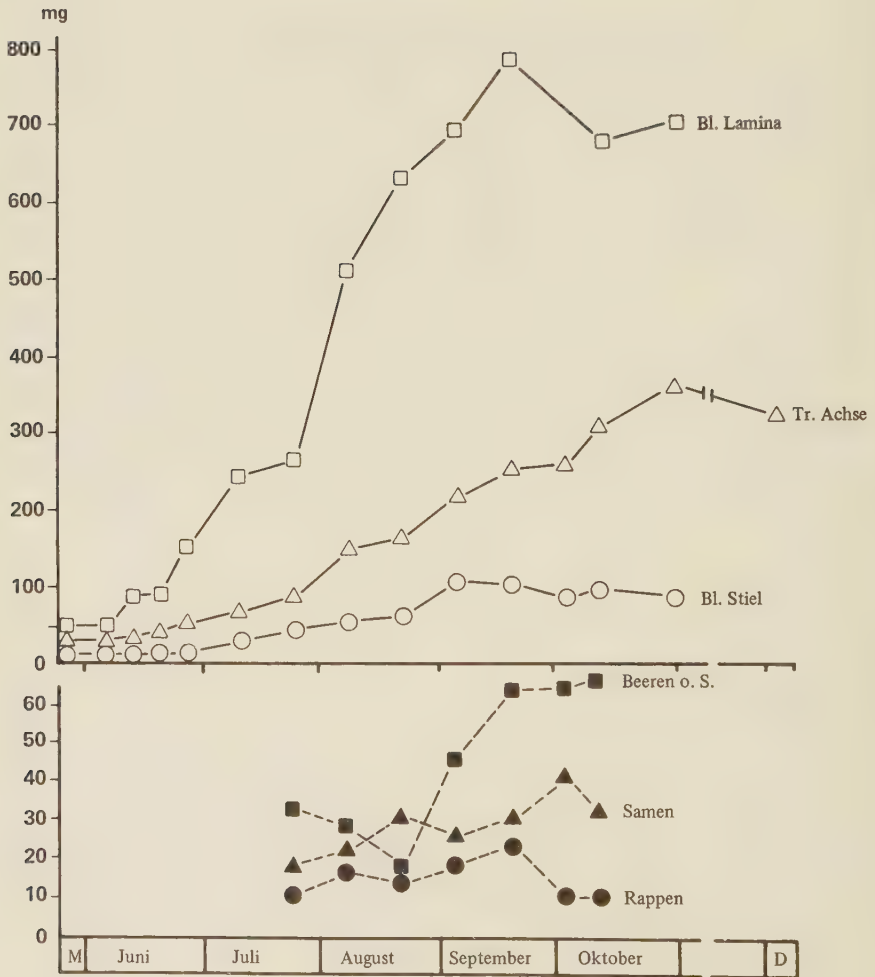
1) ca. 5 Wochen nach der Blüte

2) maximale Entwicklung

3) zur Zeit der Ernte

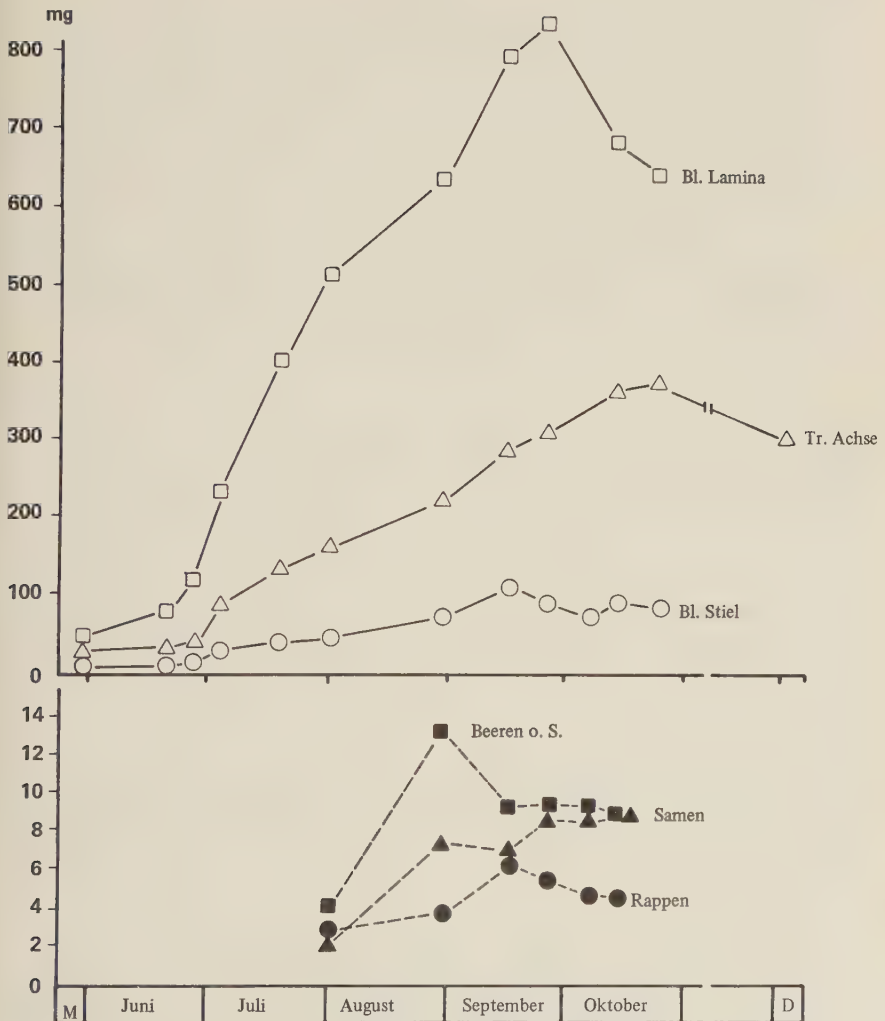
+) in Prozent der Gesamtmenge des Triebes

Abbildung 16 a



Mittlere Calciummengen (in mg) in verschiedener Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1967

Abbildung 16 b



Mittlere Calciummengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1968

6.5 Besprechung Calcium

Vegetative Organe:

In den beiden Untersuchungsjahren macht sich ein markanter Anstieg des prozentualen Ca-Gehaltes im Laufe der Vegetationsperiode bemerkbar. Am deutlichsten wird dies bei Blattlamina und Blattstielen, während beim Trieb ein Anstieg erst gegen Ende der Vegetationsperiode in Erscheinung tritt. Es ist bekannt, daß sich bei vielen Pflanzen das Ca im Laufe der Vegetationsperiode anhäuft (GRUPPE 1959, COOK 1966). Daß das Ca im Transpirationsstrom mitbefördert wird, ist heute auf Grund der bekannten Untersuchungen (ESCHRICH und ESCHRICH, CURRIER 1964) nicht mehr anzuzweifeln. Da die Laubblätter am meisten transpirieren, muß sich das Ca in den Laubblättern als Endstufe des Transportes akkumulieren (LEHMANN und GRAZ 1964).

Zweifellos sind die hohen Ca-Mengen, z. B. über 2 % der Trockensubstanz, für die Zellen der Laubblätter exzessiv. WALLACE, FROLICH und LUND (1966) diskutierten, ob Ca nicht überhaupt als Spurenelement zu werten ist. Nach ihnen nimmt die Pflanze viel mehr Ca auf, als sie benötigt. Störungen im Ionen-Gleichgewicht des Zellmilieus wären dann zweifellos zu erwarten. Ein sehr großer Teil des im allgemeinen schlecht beweglichen Ca wird bekanntlich in Form von Kristallen abgelagert. Die in Pflanzen sehr verbreitete Bindung von Ca im Oxalatkristallsystem wurde kürzlich von BIDDULPH (1967) mit Hilfe von Mikroradiographien dargestellt und FEUCHT (1967) konnte beim Baumobst feststellen, daß bis zu 75 % des aufgenommenen Ca in Form von Oxalat abgelagert werden. So wird das überschüssige Ca unschädlich gemacht und damit sein negativer Einfluß auf den Quellungszustand der Plasmakolloide neutralisiert (BAUMEISTER 1969). Die normale Funktion der Zellen bleibt dann erhalten.

In der Triebachse bleiben die Ca-Gehalte in der Regel unter 1 % der Trockensubstanz. Allerdings muß hinzugefügt werden, daß im Xylem-Teil relativ wenig Ca enthalten ist (ZIEGLER 1968). So wird sich das Sproß-Ca in der Hauptsache auf Mark und auf Phloem plus Rinde verteilen. Resultate beim Baumobst weisen jedenfalls darauf hin. Ob das Ca z. B. im Phloem der Rinde exzessiv auf-

tritt, kann auf Grund der vorliegenden Daten nicht entschieden werden. Sehr wahrscheinlich wird ein Teil des Ca ebenfalls in kristalliner Form abgelagert sein, und zwar positiv korreliert mit zunehmendem Alter. Die Oxalatbildung ist physiologisch gesehen nicht uninteressant, denn obwohl das Oxalat oft in Interzellularen oder in toten Zellen liegt, und obgleich es vom Stoffwechsel der Rebe vermutlich nicht mehr resorbiert wird, ist zu bedenken, daß bei der Oxalatbildung laufend Oxalsäure dem Stoffwechsel entnommen wird. Diese Oxalsäure stellt ein äußerst wichtiges Zwischenprodukt des Stoffwechsels dar. Es bestehen etliche Querverbindungen zu organischen Säuren des Krebszyklus, zum Glyoxalat und damit zum Glycin. Über Glycin werden große Mengen von C_2 -Kohlenstoffverbindungen in den Aminosäurestoffwechsel mit eingeschleust. So kann sekundär aus der Tatsache, daß durch eine exzessive Ca-Aufnahme große Mengen an Oxalat im Stoffwechsel gebunden werden, eine Veränderung des Aminosäureniveaus und damit teilweise des übrigen Stoffwechsels resultieren. Die Interpretation des nicht kristallin gebundenen Ca wird dadurch erschwert, daß man noch nicht weiß, wieviel von dem Rest-Ca in der Zellwand, im Plasma oder in der Vacuole bzw. an den verschiedenen Zellmembranen gebunden ist. Die absoluten Ca-Werte für Blattlamina und Blattstiele erbringen keine wesentlich neuen Gesichtspunkte. Auf Grund der hohen Blattmenge ergibt sich selbstverständlich ein relativ hoher absoluter Ca-Gehalt innerhalb der gesamten Rebenpflanze. Ähnlich verhält sich der verholzende Trieb selbst.

Fruchtende Organe:

Die Daten hinsichtlich der Ca-Gehalte für 1967 und 1968 stimmen für Beerenfleisch annähernd überein. Es ergibt sich zur Reife hin - im Gegensatz zu den vegetativen Organen - ein Abfall im prozentualen Ca-Gehalt der Trockensubstanz. Dies bedeutet, daß das Ca zu Beginn der Fruchtwachstums in starkem Maße aufgenommen wird, später jedoch erfolgt ein Verdünnungseffekt mit zunehmender Beerengröße. Es ist bekannt, daß Früchte sehr wenig Ca aufnehmen (ZIEGLER 1963). Deshalb ist zunächst die hohe Ca-Aufnahme der jungen Rebenfrucht überraschend. Einer der Gründe dafür ist, daß das Fruchtfleisch über das Phloem ernährt wird, das Ca aber nur im Transpirationsstrom, jedoch nicht im Phloem, wandert (L'AUCHLI 1968, MASON und MASKELL 1931).

Es ist immerhin denkbar, daß die Zellteilung, welche zu Beginn des Fruchtwachstums intensiv verläuft, auch bei der Traube gewisser Mengen an Ca bedarf (BURSTRÖM 1954, KALRA 1956).

Der absolute Ca-Gehalt bei den Beeren (ohne Samen) ist, vergleicht man ihn mit dem der Blattspreite, relativ niedrig. Dies steht mit der Trockensubstanzmenge des Fruchtfleisches in Verbindung. Es ist auch bekannt, daß die transpirierenden Laubblätter den Früchten Ca entziehen können. Aus Apfelfrüchten z. B. wandert das Ca in die transpirierenden Laubblätter (MARTIN 1968, BANGERT 1968). Man muß berücksichtigen, daß gerade die Laubblätter der Reben bei höheren Temperaturen und Trockenperioden optimal produzieren. Dann ist auch eine erhöhte Transpiration gegeben. Hier ist auf die Relation von Blattfläche zum Ertrag bei der Rebe hinzuweisen. 100 m² Blattfläche der Sorte "Weisser Muskat" produzieren 223 g Zucker pro Tag (AMIRELZHAUER 1965). Im Gegensatz zu den Laubblättern transpirieren die Früchte in der Regel außerordentlich wenig (ZIEGLER 1960). Der prozentuale Gehalt des Samens an Ca liegt über dem des Fruchtfleisches. Es dürfte sich bei der Ca-Menge des Samens in erster Linie um das in die Zellwände des Endokarps eingelagerte Ca handeln. Da das Endokarp im Laufe der Vegetationsperiode immer kräftiger wird, ist - wie aus der absoluten Ca-Menge hervorgeht - eine leichte Zunahme verständlich. Embryo und Endosperm, vor allem deren Mitochondrien, benötigen zwar gleichfalls für die enzymatischen Umsätze geringste Mengen an Ca, sie sind jedoch nach ihrer Ausbildung relativ inaktiv (MENGEL 1968).

Übereinstimmend zeigt sich für beide Untersuchungsjahre ein leichtes Abfallen im prozentualen Ca-Anteil des Fruchtstandsgerüsts. Dies überrascht insofern besonders, als das Infloreszenzgerüst morphologisch ein vegetatives Organ darstellt (TROLL 1969). Beim Blattstiel und beim Holztrieb, welche auch als Transport- und Stützorgane gelten, nimmt nämlich der prozentuale Ca-Gehalt im Laufe der Vegetationsperiode zu. Offensichtlich findet währenddessen im Infloreszenz- und Fruchtstandsgerüst keine zusätzliche Einlagerung von Ca-Ionen statt. Hier muß allerdings bemerkt werden, daß Kalium sehr hoch im Niveau liegt, so daß ein gewisser antagonistischer Effekt zwischen K und Ca in diesen Organen gegeben sein könnte.

Die Frage, ob der endgültige prozentuale Ca-Gehalt des Infloreszenzgerüsts, verglichen mit Sproß oder Blattstiel, auf einen gewissen Ca-Mangel hinweist, läßt sich nicht beantworten. Immerhin hatten die Arbeiten (STELLWAAG-KITTLER 1965, LAUBER und KOBLET 1967, DITTRICH 1967, KRAPF und THEILER 1968) einen positiven Effekt mit Ca-Spritzungen in bezug auf die physiologisch bedingte Stiel-lähme zu verzeichnen. Bekanntlich nimmt man an, daß es sich um einen lokalen Ca^{+}Mg -Mangel in den Traubengerüsten und Beerenstielen handelt.

Spezielle Untersuchungen über den Ca-Gehalt der Traubengerüstzellwände sowie des Traubengerüstplasmas und eventuell über einen vorliegenden Oxalatanteil wären weitere experimentelle Schritte. Mit Isotopen ließe sich feststellen, ob im Laufe der Fruchtreife das Ca der Zellwände des Infloreszenz- und Traubengerüsts wieder remobilisiert wird und zur Frucht oder basipetal auswandert. Sollte dies der Fall sein, dann müßte das Kalium, welches - wie schon beschrieben - im Infloreszenzgerüst sehr hoch liegt, als Antagonist zum Ca auftreten. Ein Verlust der Membranstruktur ganzer Zellverbände wäre die Folge (VAN STEVENINK 1965). Die absolute Zunahme des Calciums im Traubengerüst wäre bis Mitte September mit einem gewissen Wachstum zu erklären. Ab Mitte September sinkt die Ca-Menge, wie die der anderen Mineralstoffe. Dies ist sicher auf den Verlust an Trauben, z. B. durch Botrytisbefall, zurückzuführen (STELLWAAG-KITTLER 1969).

7. Magnesium

7.1 Magnesium-Gehalte

In den Abb. 17a und 17b sind die in den Jahren 1967 und 1968 ermittelten Magnesium-Gehalte graphisch dargestellt, und zwar wegen der niedrigsten Werte (0,1 - 0,5 %) gegenüber Calcium, Kalium und Stickstoff 10-fach überhöht. Während bei den bisher besprochenen Mineralstoffen ein recht gleichmäßiger Verlauf der Gehalte im Laufe der Vegetationsperiode zu beobachten war, finden wir beim Magnesium in den Blattstielen - und etwas weniger ausgeprägt in den Blattspreiten - relativ starke Schwankungen. In den anderen Organen sind derartige Erscheinungen nicht zu beobachten. Abgesehen von den Schwankungen im Mg-Gehalt der Blätter, ähneln sich die Verlaufskurven beider Jahre.

In beiden Untersuchungsjahren fand sich bei den vegetativen Organen der niedrigste Mg-Gehalt in der Triebachse, und zwar während der ganzen Vegetationsperiode; beginnend mit 0,17 %, nahm er bis zum September ab (0,088 bzw. 0,078 %) und stieg danach bis zum vollendeten Blattfall geringfügig an (0,11 bzw. 0,09 %). Der Mg-Gehalt in den Blattlamina liegt in beiden Untersuchungsjahren zwischen dem der Triebachse und der Blattstiele. 1968 zeigten die Blattlamina bei der ersten Probe einen relativ hohen Gehalt an Mg, der sich ab Ende Juni ausglich, während 1967 zunächst ein leichter Anstieg zu verzeichnen war. Ende Oktober lagen die Werte bei 0,23 bzw. 0,19 % mg in der Trockensubstanz. Der höchste Prozentgehalt an Mg wurde in den Blattstielen festgestellt, wo er jedoch relativ große Schwankungen aufwies. Ihre Ausgangswerte lagen bei 0,24 bzw. 0,31 %; zur Zeit des Blattfalles betrugen sie 0,40 bzw. 0,29 % Mg. Die generativen Organe zeigen einen geringeren Mg-Gehalt als die vegetativen. In beiden Untersuchungsjahren lagen die Werte für Fruchtstandsgerüst zwischen Fruchtsamen und Beeren (o.S.). Der Gehalt an Mg betrug Anfang August 0,12 % in beiden Jahren und nahm während der Vegetation bis Anfang Oktober leicht ab, danach wieder zu. Die niedrigsten Prozent-Gehalte von allen Organen wurden in beiden Jahren in den Beeren (o.S.) festgestellt. Er betrug Anfang August 0,12 bzw. 0,096 % und zur Zeit der Lese 0,02 bzw. 0,03 % Mg. Während der Mg-Gehalt in den Beeren (o.S.) und im Fruchtstandsgerüst absank, stieg er im Fruchtsamen leicht an. Der Gehalt

lag zunächst bei 0,11 bzw. 0,08 %. Er nahm bis Mitte Oktober einheitlich bis auf 0,12 % Mg zu.

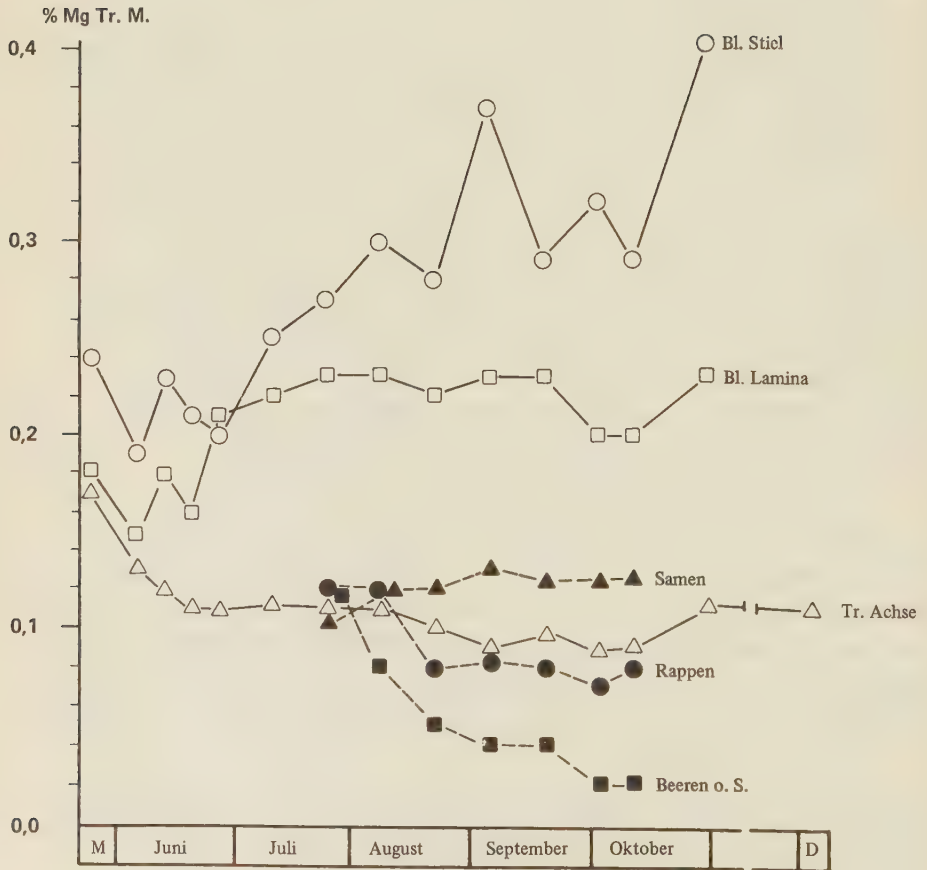
7.2 Mg-Gehalte der vegetativen Organe verschiedener Positionen (Abb.18a,18b)

Vergleicht man die Mg-Gehalte der vegetativen Organe in Abhängigkeit von der Triebzone, so fällt auf, daß die Triebachsenteile zu Basis, Mitte und Spitze I nur sehr geringe Unterschiede in ihren Mg-Werten aufweisen, lediglich die Spitze II besitzt einen deutlich höheren Mg-Gehalt. Dies war auf Grund der hohen N- und P-Werte zu erwarten. Die Mg-Konzentration aller Triebteile nimmt bis Mitte September ab, um dann wieder etwas anzusteigen, was besonders bei der Basis ausgeprägt ist. Die Mg-Werte der Blattspreiten aus verschiedenen Positionen weisen einige Unterschiede auf. Die Mg-Gehalte waren bei den älteren Blättern höher, bei den jüngeren niedriger. Mg zeigt somit bei unseren Pflanzen - im Gegensatz zu K - keine Mobilisierung zur Spitze, was auf eine recht hohe Mg-Versorgung aus dem Boden schließen läßt. Während der Vegetationsperiode weisen die Mg-Werte jedoch zwischen den Entnahmetermen größere Schwankungen auf, zumindest bei den Basisblättern. In der Traubenzone wird - wie schon bei P - wiederum im September ein Maximum sichtbar.

Ein ähnlicher Verlauf mit relativ großen Schwankungen war bei den Mg-Konzentrationen der Blattstiele zu beobachten. Auch hier enthielten die älteren Blattstiele mehr Mg als die jüngeren. Es liegt nahe, daß die reifenden Trauben den Mg-abhängigen Stoffwechsel in den unmittelbar benachbarten Laubblättern aktivieren. Der grundsätzliche Einfluß der Früchte auf benachbarte Blätter, z.B. in Form einer Steigerung der Assimilation bei Obstbäumen, ist bekannt.

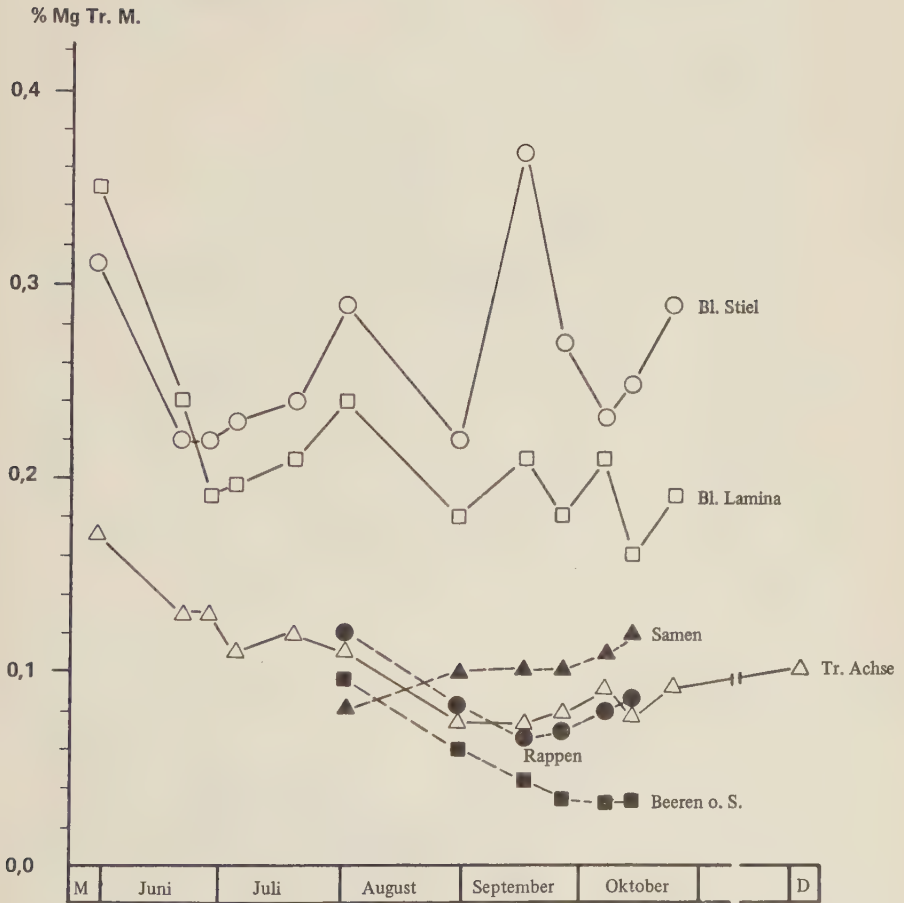
Aus dem Kurvenverlauf ist auf synergistische Wechselwirkungen zwischen Mg und P zu schließen, besonders, wenn man die Periode im September betrachtet. Es scheinen bei der Rebe in Phasen spezieller Stoffwechselaktivität Enzymsysteme aktiviert zu werden, die sowohl Mg als auch P benötigen.

Abbildung 17 a



Verlauf der mittleren Mg-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1967

Abbildung 17 b



Verlauf der mittleren Mg-Gehalte (in % Tr. M.) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes während der Vegetationsperiode 1968

Abbildung 18 a

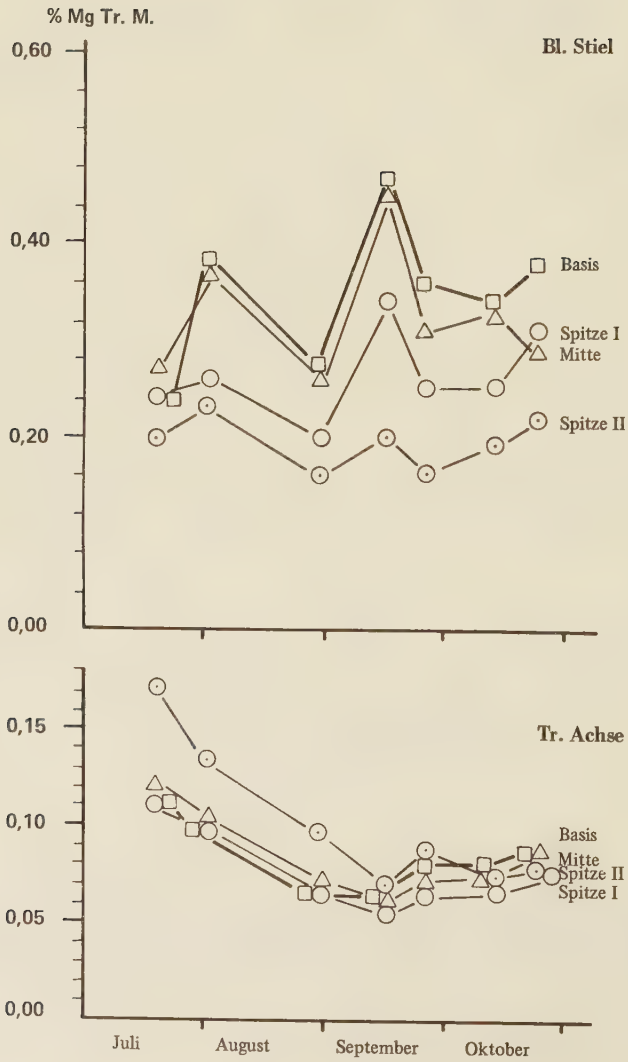
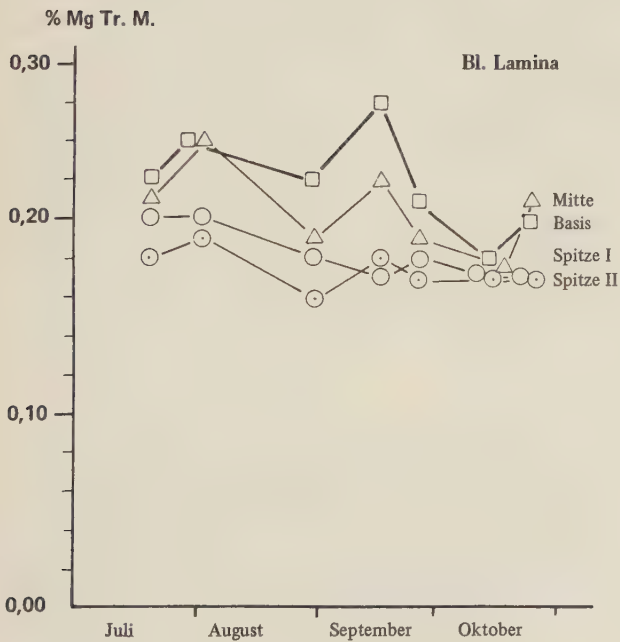


Abbildung 18 b



Zeitliche Veränderungen der P-Gehalte (in % Tr. M.) in der Triebachse, Bl. Lamina
und im Bl. Stiel verschiedener Positionen (Abschnitte) 1968

7.3 Magnesium-Mengen

Die aus den Trockengewichten und den Prozent-Gehalten errechneten Mg-Mengen sind in Abb. 19 a und 19 b dargestellt.

Bis Anfang September (1967) bzw. Mitte September (1968) nahm die absolute Mg-Menge in den vegetativen Organen zu; entsprechend der Gewichtszunahme am meisten in den Blattspreiten, deutlich weniger im Trieb und am geringsten in den Blattstielen. Danach sank mit dem Verlust an vegetativer Substanz die Mg-Menge ab. Innerhalb der generativen Organe zeigen die Kurven einen unterschiedlichen Verlauf bei geringeren Magnesium-Mengen. Im einzelnen ist folgendes zu bemerken:

In beiden Untersuchungsjahren vermehrte sich die Mg-Menge während der Vegetationsperiode in der Triebachse verhältnismäßig stark. Bei der ersten Probe wurden 1,62 bzw. 1,90 mg Mg ermittelt. Zur Zeit des Blattfalles konnten dagegen 43 bzw. 38 mg Mg festgestellt werden. Wie aus Abb. 19 a und 19 b zu ersehen ist, hatten die Blattlamina wieder die höchsten Mengen an Mg, die bis Mitte September ein Maximum von 80 bzw. 72 mg erreicht. Zum Ende der Vegetationsperiode folgt darauf ein Rückgang. Ende Oktober war nur noch eine Menge von 40 bzw. 50 mg vorhanden. Eine sehr ähnliche Tendenz war auch beim Blattstiel zu beobachten. Das Maximum betrug im Monat September 14 bzw. 17 mg Mg. Ende der Vegetationsperiode waren noch 12 bzw. 7 mg Mg vorhanden. Die fruchtenden Organe besitzen wieder sehr wenig Mg.

Die Rapp en zeigten die niedrigsten Mengen. In beiden Jahren verlaufen die Kurven recht flach, mit einem (allerdings geringen) Maximum von 3,82 bzw. 8,50 mg Mitte September. Dagegen verläuft die Kurve für die Beeren (o.S.) - aus bestimmten Gründen - im Jahre 1967 deutlich anders als 1968. Im Jahr 1967 wurde anfangs eine Menge von 9,65 mg bestimmt; nach einer geringen Verminderung bis etwa Ende August erfolgte bis Mitte September eine erhebliche Zunahme bis 20 mg. Anschließend sank die Menge bis auf 10,13 mg zur Zeit der Lese ab. Demgegenüber fehlte infolge vorzeitigen Beerenfalles im Jahr 1968 das September-Maximum, so daß in diesem Jahr die Kurve für die Mg-Menge in den Beeren (o.S.) recht flach verläuft. Zur Zeit der Lese waren 4,90 mg Mg vorhanden. Im Sa m e n

stieg die Mg-Menge in beiden Jahren übereinstimmend gleichmäßig von 3,96 bzw. 1,10 mg bis zur Lese (10,51 bzw. 8,80 mg) an. Die Werte lagen 1967 insgesamt höher als 1968.

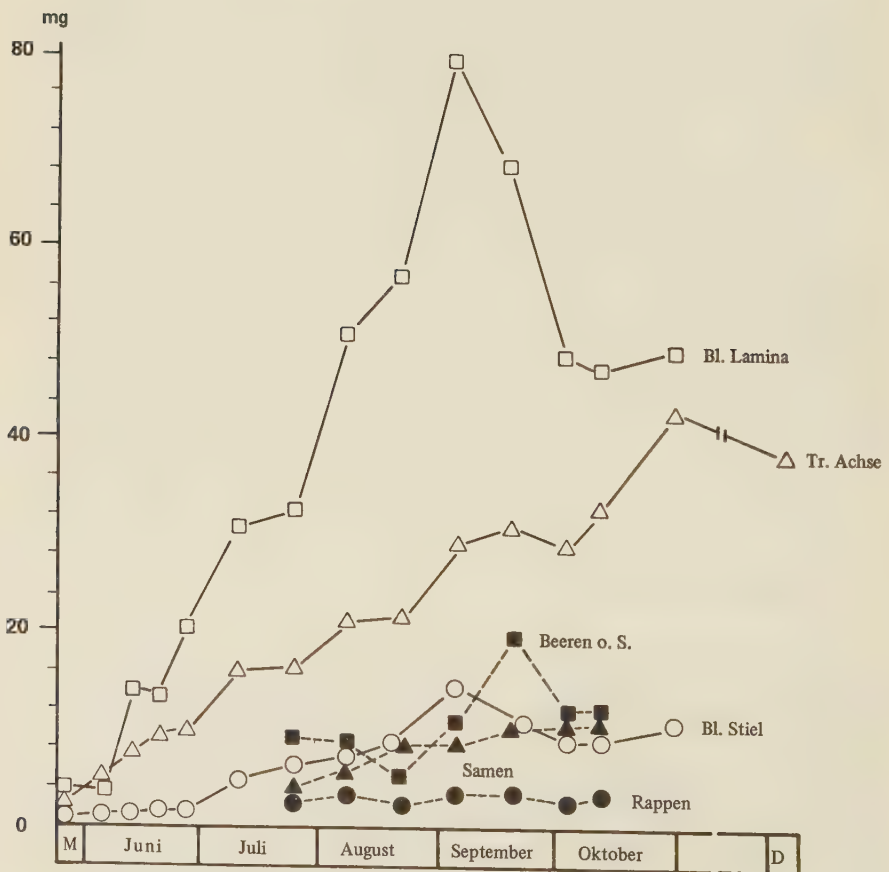
7.4 Verteilung der Magnesium-Mengen

In Tab. 9 sind für 3 charakteristische Termine, nämlich ca. 5 Wochen nach der Blüte, zur Zeit der maximalen Entwicklung Ende September und zur Erntezeit, die in den verschiedenen Organen enthaltenen Magnesium-Mengen und die Anteile der einzelnen Organe im Gesamtrieb angeführt. Ende Juli/Anfang August waren im Jahre 1967 ca. 77 %, 1968 dagegen 91,30 % Mg-Menge in den vegetativen Organen zu finden. Das Mg verteilt sich nicht in gleichem Maße auf die Blattlamina, wie dies bei Calcium der Fall ist. Trotzdem sammelt sich auch in diesem Organ der größte Teil des von der Wurzel aufgenommenen Magnesiums (45,50 % bzw. 56,70 %) an; danach folgt die Triebachse mit 31 bzw. 35 % Mg. Ähnlich, wie es bei Ca zu beobachten war, speicherten im Jahre 1967 die jungen Früchte größere Mg-Anteile (23,10 %) als im Jahre 1968 (8,75 %). Dies trifft auch besonders auf die Samen zu. Ende Juli/Anfang August weisen sie 5,50 bzw. 1,10 % und zur Zeit der Ernte 10,40 bzw. 8,80 % der im Trieb vorhandenen Menge auf. Insgesamt läßt sich feststellen, daß ein größerer Mg-Anteil in den fruchtenden Organen verlagert wird, als dies bei Calcium der Fall ist.

7.5 Besprechung Magnesium

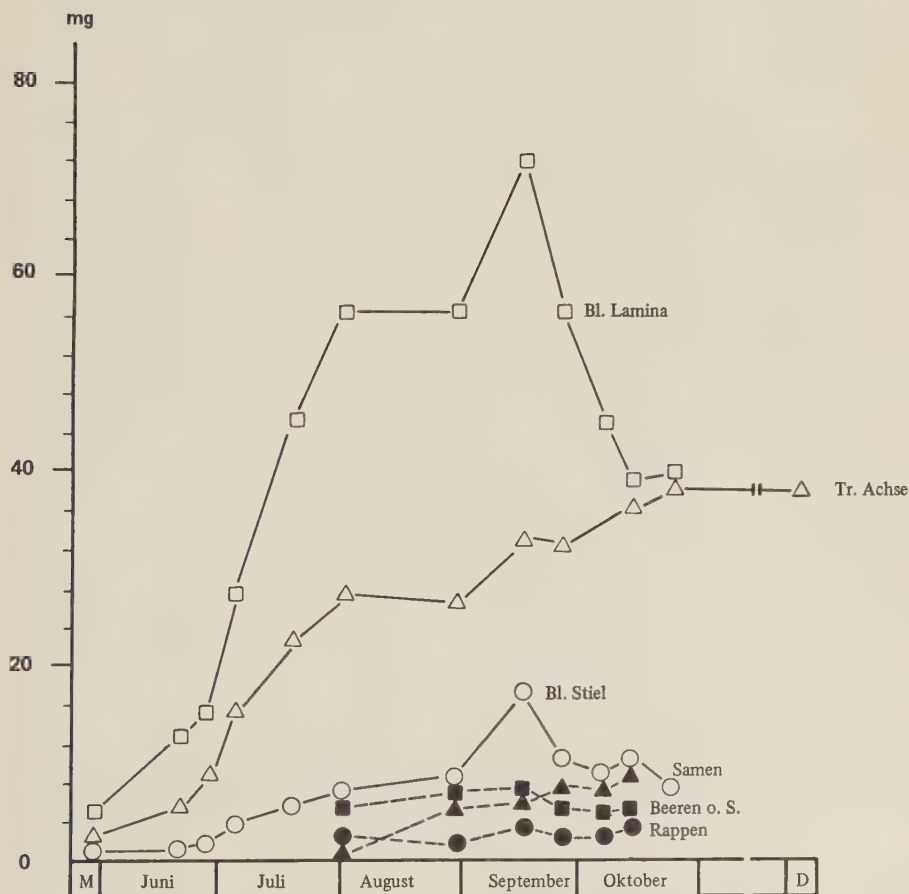
Vergleicht man die prozentualen Gehalte an Magnesium in den einzelnen Organen, so fällt auf, daß der Blattstiel am meisten Mg enthält. Dies bestätigt die Ergebnisse von GÄRTEL (1960) an der Rebe, der im Blattstiel die doppelten Durchschnittsgehalte an Mg feststellte wie in den Blattlamina. Dies kann jedoch nicht auf einen höheren Chlorophyllgehalt allein zurückzuführen sein, der ja bekanntlich bei der Blattlamina viel höher ist (PIRSON 1966). Der hohe Mg-Gehalt des Blattstieles dürfte eher mit seiner physiologischen Funktion zusammenhängen. Der Blattstiel übt vor allem Festigkeits- und Transportfunktionen aus. Der Anteil an leitendem Xylem ist sehr hoch. Ebenfalls ist der Phloem-Anteil, auf den Gewebequerschnitt bezogen, relativ groß.

Abbildung 19 a



Mittlere Magnesiummengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes
im Verlauf der Vegetationszeit 1967

Abbildung 19 b



Mittlere Magnesiummengen (in mg) in verschiedenen Organen des 2. bis 4. Rebtriebes im Verlauf der Vegetationszeit 1968

Tabelle 9

Absolute und relative Magnesium-Mengen in verschiedenen Organen des 2. - 4. Triebes

ORGANE 1967	Termine der Probeentnahmen					
	24. Juli ¹⁾		18. September ²⁾		11. Oktober ³⁾	
	mg	% ⁺	mg	%	mg	%
Tr. Achse	16,68	23,05	31,32	21,66	32,55	28,72
Bl. Lamina	32,89	45,45	68,63	47,47	47,52	41,93
Bl. Stiel	6,10	8,43	10,67	7,38	9,74	8,59
S. veg. Organe	55,67	76,93	110,62	76,51	89,81	79,24
Fr. Rappen	3,08	4,25	3,82	2,67	2,98	2,62
Fr. Samen	3,96	5,49	10,26	7,09	10,41	9,18
Fr. Beeren	9,65	13,33	19,86	13,73	10,13	8,96
S. fr. Organe	16,69	23,07	33,94	23,49	23,52	20,76
Gesamt	72,36	100,00	144,56	100,00	113,33	100,00
1968	1. August ¹⁾		16. September ²⁾		14. Oktober ³⁾	
Tr. Achse	27,20	27,33	33,06	23,68	36,50	35,94
Bl. Lamina	56,40	56,68	72,60	52,05	39,00	38,40
Bl. Stiel	7,22	7,25	17,61	12,61	9,35	9,20
S. veg. Organe	90,82	91,26	123,27	88,34	84,85	83,54
Fr. Rappen	1,90	1,92	3,50	2,50	3,00	2,95
Fr. Samen	1,10	1,10	6,00	4,29	8,80	8,69
Fr. Beeren o. S.	5,70	5,72	6,80	4,87	4,90	4,82
S. fr. Organe	8,70	8,74	16,30	11,66	16,70	16,46
Gesamt	99,52	100,00	139,57	100,00	101,55	100,00

- 1) ca. 5 Wochen nach der Blüte
 2) maximale Entwicklung
 3) zur Zeit der Ernte
 +) in Prozent der Gesamtmenge des Triebes

Größer als im Xylem dürfte im Phloem-Teil der physiologische Einfluß des Mg auf das Stoffwechselgeschehen sein, denn im Phloem ist nach heutigen Vorstellungen der Transport vor allem an metabolische Umsetzungen gebunden. Die hierbei beteiligten Enzyme benötigen neben anderen Kationen auch das Mg (HEWITT 1958). Erwähnt seien die Phosphorylasen und Phosphatasen, welche neben der Beteiligung von Kalium vor allem auf die Wirkung des Mg-Ions angewiesen sind (MENGEL 1968). Interessant sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von GÄRTEL (1959), wonach bei der Rebe durch Mg-Düngung die Phosphatversorgung verbessert werden konnte. Es gibt sogar Hinweise, daß Mg den Phosphattransport in den Pflanzen stimuliert (TRUOG et al 1947). Wahrscheinlich ist der hohe Mg-Anteil des Blattstieles durch den gleichfalls hohen Grad an Zellwandfestigungselementen bedingt. Diese enthalten hohe Mengen an Zellulose und sogenannten Zellulosebegleitern. Zu ihnen gehören Pektine, die wiederum aus kleinen Molekülen zusammengesetzt sind, welche durch Mg an den Haftpunkten zusammengehalten werden (KERTESZ 1951). Das relativ starke Variieren der Mg-Werte im Stiel während der Vegetationsperiode könnte zum Teil durch die Probeentnahme erklärt werden, zum Teil aber auch durch die wechselnden Funktionen der Laubblätter im Verlauf des Wachstums. Die Blattlamina der Spitzenposition können den Mg-Gehalt der Stiele beeinflussen. Sehr junge Blätter können auf Grund ihres hohen Enzym-Eiweißgehaltes relativ hohe Mg-Mengen als Aktivatoren aufweisen, die dann im Verlauf zunehmenden Alters abnehmen. Solche Verhältnisse könnten für das Jahr 1968 zutreffen. Trotz der Schwankungen des Mg-Gehaltes wird im September ein Maximum erkennbar, und zwar in beiden Versuchsjahren. Dieses Maximum könnte durch eine besonders hohe Transportleistung erklärt werden, d. h. von der Blattspreite wäre ein Transport von Substanzen zu der Traube und zur Triebachse gegeben, die offenbar in dieser Periode einen besonders hohen Bedarf besitzt. SCHMALFUSS und SCHULZE (1961) geben an, daß Mg-Ionen zur Phosphorylierung der Zucker durch ATP notwendig und phloemmobil sind. Die Trockensubstanzzunahme von Fruchtfleisch und Samen strebt im September einem Maximum zu. Die Tatsache, daß gegen Ende September der Mg-Gehalt der Blattstiele wieder abfällt, könnte mit einem Verringern der Transportfunktion zusammenhängen. Möglicherweise bedürfen die nun reifenden Trauben nicht mehr eines besonders hohen Zustromes von Substanzen. Bei der Traubenreife werden große Anteile von Stoffen, die sich bereits in der Frucht befinden, umgewandelt.

Die Mg-Werte für die Blattlamina liegen, wie gesagt, nicht so hoch wie die im Blattstiel. Sie verlaufen während der Vegetationsperiode auch etwas ruhiger als diejenigen des zugehörigen Stieles. Im Jahre 1967 ist der Mg-Gehalt von Juli bis September nahezu gleich hoch, nämlich um 0,23 %. Dieses spricht für eine gute Nährstoffversorgung der betreffenden Versuchspflanzen. GÄRTEL (1960) gibt als gute Versorgung ebenfalls 0,23 % an. Die Werte für den Holztrieb liegen in beiden Jahren beträchtlich unter denjenigen für Spreite und Stiele, wie bereits GÄRTEL (1960) festgestellt hat. Dieses ist zum Teil auf den relativ hohen Anteil an totem Zellmaterial des Xylems zurückzuführen. Auch im Korkgewebe der Rinde befinden sich gewisse Mengen abgestorbener Zellen. In den jungen Trieben des Frühjahrs, also in den Monaten Mai/Juni, sind die Mg-Gehalte etwas höher als in den folgenden Sommermonaten, wo sich ja bekanntlich mehr und mehr funktionsloses Material im Trieb einlagert. Zu erwähnen sind die relativ geringen Schwankungen, die während der Sommermonate für den Mg-Gehalt der Holzteile gegeben sind.

Die Absolutmengen an Mg ergeben zu den prozentualen Gehalten eine wichtige Ergänzung. Es zeigt sich, daß die Hauptmenge des Gesamt-Mg in den Laubblättern eingelagert wird, wo es im Chlorophyll die Resonanz des Phäophytins hervorruft und damit die Photosynthese ermöglicht. Den Laubblättern folgt an zweiter Stelle der Sproß der Rebe. An dritter Stelle kommen die Blattstiele, welche ja den höchsten prozentualen Gehalt besitzen, aber auf Grund der geringeren absoluten Gewichtsmengen ergibt sich diese Verschiebung. Bei den Blattstielen wird wiederum das Maximum Anfang September erkennbar. Es ergibt sich für diesen Termin somit auch ein maximaler Absolutbedarf an Mg im Blattstiel, verglichen mit dem Bedarf der gesamten Pflanze.

Fruchtende Organe:

Interessant ist, daß sich der Mg-Gehalt des Fruchtstandsgerüsts in beiden Untersuchungsjahren sehr ähnelt. Die jüngeren Fruchtstandsgerüste weisen einen etwas höheren Mg-Gehalt auf als die älteren, verholzenden. Der aktive und von Mg-Ionen abhängige Transport im Fruchtstandsgerüst ist nach BACHOFEN und WANNER (1962) an lebende und wenig differenzierte Zellen des Phloems gebunden. Besondere Beziehungen im Mg-Gehalt der Beeren (ohne Samen) zur Physiologie

oder zum Wachstumsverlauf der Frucht lassen sich nicht erkennen. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß der Mg-Gehalt der Beeren relativ niedrig ist und außerdem, daß er im Verlauf des Wachstums und der Fruchtreife prozentual stark abfällt. Das könnte bedeuten, daß ab September das Fruchtfleisch auf geringe Mg-Mengen angewiesen ist. Anders verhält sich der S a m e n . Im Jahr 1968 verhält er sich umgekehrt zum Fruchtfleisch, d. h. der Mg-Gehalt der Samen nimmt im Verlauf der Reife zu. Das kann kaum auf die Ausbildung der Samenschale (Endokarp) allein zurückzuführen sein, welche in den Zellwänden in geringem Umfang Mg bindet. Es muß somit auch der sich im Samen bildende Embryo und das Endokarp gewisse Mg-Mengen beanspruchen. Das embryonale und Endokarp-Gewebe ist sehr eiweißreich und auch prozentual hoch an Nukleinsäuren. Sowohl der Eiweiß- als auch der Nukleinsäurestoffwechsel bedürfen des Mg-Ions, wo es bei Phosphorylierungsprozessen die Pyrophosphatgruppen chelatartig mit dem Enzym verbindet (MENDEL 1968). Es ist sogar möglich, daß auf Grund des relativ hohen und ansteigenden Mg-Bedarfs des Samens ein Entzug aus dem Fruchtfleisch stattfindet. Ist aber aus dem Fruchtfleisch kein Mg mehr verfügbar, so könnten auch die benachbarten Gewebe des Fruchts蒂els als Orte des Entzuges in Frage kommen, worauf der Verlauf des Mg-Gehaltes in den Traubenstielen eventuell hinweist. Auch GÄRTEL (1960) findet innerhalb der fruchtenden Organe die höchsten Mg-Werte bei den Samen. Die Infloreszenzgerüste bedürfen auch geringer Absolutmengen an Mg. Dieses Verhalten entspricht den prozentualen Anteilen. Als Folgerung ergibt sich, daß die Rebe im Verlauf der Vegetationsperiode für das Infloreszenzgerüst relativ wenig Mg-Ionen zur Verfügung zu stellen hat. Wesentlich höher liegt der Absolutbedarf an Mg für die B e e r e n (ohne Samen) und Samen. Differenzen ergeben sich im Mg-Gehalt der Beeren für die Jahre 1967 und 1968. Wie sich bei den prozentualen Gehalten andeutet, beanspruchen die S a m e n relativ hohe Mengen an Mg. Das wird vor allem im Jahr 1968 deutlich, wo der Absolutanteil für Mg in den Samen steil ansteigt, und zwar bis zur Fruchtreife. Wie schon vorausgehend angedeutet, könnten sich hier durchaus Konkurrenzverhältnisse innerhalb der Traube ergeben, was zu Mangelerscheinungen bei einzelnen Organen des Fruchtstandes, z. B. Infloreszenzgerüst und Fruchts蒂el, führen kann. Ob die Festigkeitselemente des Infloreszenzgerüsts und der Fruchts蒂el durch den Mg-Entzug geschädigt werden, ist nicht bewiesen. Theoretisch jedenfalls könnte ein

Abbau der Zellwandpektine, vor allem in Mittellamelle und Primärwand, durch Mg-Entzug stattfinden. Eine Minderung der mechanischen Festigkeit bestimmter Gewebepartien wäre das Resultat.

8. Mineralstoffverhältnisse

Neben den prozentualen Gehalten und absoluten Mengen in der Pflanze sind die Relationen der verschiedenen Nährstoffe zueinander von Bedeutung; vor allem deshalb, weil eine enge Wechselbeziehung zwischen verschiedenen Ionen besteht. Bereits bei der Aufnahme durch die Wurzeln können antagonistische und synergistische Wirkungen auftreten. Aber auch bei der Verteilung innerhalb der Pflanze treten solche Erscheinungen auf, wobei weiterhin typische Veränderungen mit dem Altern der Organe zu erwarten sind. Da bisher Angaben über solche Verhältnisse vorwiegend in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung - z. B. bei Steigerung der Düngung mit einem Nährstoff - vorliegen, zeitliche Veränderungen aber nicht systematisch erfaßt sind (BAETTIE und FORSHEY 1954, WILHELM 1955, SCHARER und MENGEL 1958, GÄRTEL 1958 und 1959, BERGMAN 1959, BADOUR 1961, DUMKOW 1966), erschien es notwendig, die in den durchgeführten Untersuchungen ermittelten Werte der verschiedenen Pflanzenteile im Verlauf der Vegetationszeit anzuführen. Die Wirkung der Ionen auf Veränderungen oder Umsetzungen im Stoffwechsel besteht in einem Zusammenwirken aller Ionen. Wir entnehmen einzelne Ionen, um an ihnen Wechselbeziehungen zu demonstrieren.

8.1 Stickstoff/Phosphor-Verhältnisse

Von allen untersuchten Organen zeigten die Blattspalten das höchste N/P-Verhältnis (Tabelle 10 a). Bei der ersten Probeentnahme lagen die Werte bei 4,67 bzw. 4,08 und erreichten ihr Maximum Ende August mit 7,47 bzw. 7,63. Dann nahmen sie ab, so daß man bei der Ernte Werte von 6,23 bzw. 5,73 ermittelte. Im Gegensatz zur Blattspalte lagen die Werte in den Blattstielen niedriger: Kurz nach dem Austrieb bei 2,34 bzw. 2,18 und später im Oktober bei 3,00 bzw. 2,70. In der Triebachse bewegten sich die Relationen zu Anfang der beiden Vegetationsperioden bei 2,42 bzw. 2,50 und nahmen bis zur Zeit der Lese leicht zu, und zwar auf 2,94 bzw. 3,70. Ende Dezember lag das N/P-Verhältnis bei 3,07 bzw. 3,46.

Sehr einheitliche Tendenzen konnte man bei den Fruchtorganen beobachten. Während der gesamten Frucht reife fielen die Werte für die Rappen ab von 3,68

Tabelle 10 a

Mittlere N/P-Verhältnisse in verschiedenen Organen des 2. - 4. Rebtriebes

Jahr Termin	vegetative Organe			fruchtende Organe		
	Tr.Achse	Bl.Lamina	Bl.Stiel	Rappen	Samen	Beeren
<u>1967</u>						
24. Mai	2,42	4,67	2,34	-	-	-
19. Juni	2,60	6,25	2,10	-	-	-
10. Juli	2,50	7,42	2,60	-	-	-
24. Juli	-	-	-	3,68	2,73	4,56
21. Aug.	2,18	7,47	2,77	3,54	2,86	3,84
18. Sept.	2,68	6,08	2,90	2,55	2,86	4,62
11. Okt.	2,94	6,23	3,00	1,97	2,78	5,42
27. Dez.	3,07	-	-	-	-	-
<u>1968</u>						
30. Mai	2,51	4,08	2,18	-	-	-
27. Juni	2,65	7,00	2,63	-	-	-
19. Juli	2,24	7,63	3,03	-	-	-
1. Aug.	-	-	-	4,71	3,10	4,00
30. Aug.	2,46	7,63	2,59	3,54	3,57	3,59
26. Sept.	3,27	6,24	2,26	1,92	3,41	4,33
14. Okt.	3,70	5,73	2,70	1,43	3,75	4,48
27. Dez.	3,46	-	-	-	-	-

Tabelle 10 b

N/P-Verhältnisse in den vegetativen Organen aus verschiedenen Positionen des
2. - 4. Triebes (1968)

Organ und Termin	N/P-Verhältnisse und Positionen am Trieb			
	Basis ca. 0 - 50	Mitte ca. 50 - 100	Spitze I ca. 100 - 150	Spitze II über 150 cm
<u>TRIEBACHSE</u>				
19. Juli	1,79	2,26	2,80	3,18
1. Aug.	-	-	-	-
30. Aug.	2,62	2,31	2,27	2,44
16. Sept.	-	-	-	-
26. Sept.	3,00	2,97	3,03	3,78
14. Okt.	2,90	4,54	3,28	2,95
25. Okt.	2,70	4,68	3,06	3,40
<u>BLATTLAMINA</u>				
19. Juli	8,51	7,65	7,04	5,77
1. Aug.	-	-	-	-
30. Aug.	7,56	7,87	8,56	8,57
16. Sept.	-	-	-	-
26. Sept.	6,04	6,61	6,55	6,88
14. Okt.	6,78	6,73	6,80	5,33
25. Okt.	5,00	4,85	5,16	4,51
<u>BLATTSTIEL</u>				
19. Juli	1,72	2,82	3,32	3,05
1. Aug.	-	-	-	-
30. Aug.	1,95	2,21	2,41	2,06
16. Sept.	-	-	-	-
26. Sept.	1,60	2,00	3,02	1,68
14. Okt.	2,51	3,38	2,68	1,81
25. Okt.	2,18	2,92	2,05	1,47

bzw. 4,71 auf 1,97 bzw. 1,43. Demgegenüber stiegen die Werte des N/P-Verhältnisses in der Reifezeit bei den *S a m e n* (Ende Juli/Anfang August) auf 2,73 bzw. 3,10 und bewegten sich zur Zeit der Lese bei 2,78 bzw. 3,75. Eine ähnliche Tendenz war bei den *B e e r e n* (o.S.) zu beobachten, wo die Werte gleichfalls anstiegen, und zwar von 4,56 bzw. 4,00 (Ende Juli) auf 5,42 bzw. 4,48 (zur Zeit der Lese).

In Abhängigkeit von der Position der vegetativen Teile am Trieb (Tabelle 10 b) ergaben sich bei der *Triebachse* Relationen zwischen rund 1,80 (19. Juli Basis) bis rund 4,70 (25. Oktober Mitte). In den *Blattstielen* bewegten sich die Werte zwischen 3,05 (Spitze II am 19. Juli) und 1,47 (Spitze II am 25. Oktober). In den *Blattspreiten* lagen die Werte wesentlich höher und zeigten ein Maximum am 30. August in der Spitzenposition von 8,56 und ein Minimum von 4,51 vor dem Blattfall in der Spitze II.

8.2 Stickstoff/Kalium-Verhältnisse

Die *Blattspreiten* weisen bei der N/K-Relation die höchsten Werte aller Organe auf (Tabelle 11 a). In beiden Untersuchungsjahren nahmen die Werte im allgemeinen von Beginn der Vegetationsperiode ab, so daß Mitte Oktober noch ein N/K-Verhältnis von 1,09 bzw. 0,99 festzustellen war. In der *Triebachse* war im Juli und August ein Minimum zu verzeichnen. Die Werte davor und danach zeigten abfallende bzw. ansteigende Tendenzen. Bei den *Blattstielen* war in beiden Untersuchungsjahren von Ende Mai (0,39 bzw. 0,35) eine Abnahme bis zur Zeit der Lese auf 0,16 bzw. 0,18 zu ersehen.

Die Relationen in den *R a p p e n* lagen in ähnlicher Höhe wie die der Blattstiele und zeigten keine großen Veränderungen. Ende Juli betrug das N/K-Verhältnis 0,22 bzw. 0,33 und zur Zeit der Lese 0,24 bzw. 0,34. Die *B e e r e n* (o.S.) verhielten sich wie die Rappen bei etwas höheren Werten. Demgegenüber stiegen die Relationen in den *S a m e n* sehr steil an und erreichten ab Ende Juli bis zur Ernte mit 1,48 bzw. 1,36 ein Maximum.

In der *Triebachse* lagen die N/K-Verhältnisse der verschiedenen Positionen

(Tabelle 11 b) am 19. Juli dicht nebeneinander (0,25 Basis und 0,44 Spitze II). Die Werte stiegen bis zum 25. Oktober leicht an. In der Basis war ein N/K-Verhältnis von 0,61 und in der Spitze II von 0,52 festzustellen.

Die Werte für die Blattlamina lagen etwas höher (am 19. Juli um 1,62 bis 1,71); dann nahmen sie bis 25. Oktober ab (0,80 Basis - 0,92 Spitze II). Die niedrigsten Relationen wiesen die Blattstiele auf, auch hier lag das N/K-Verhältnis bei der Spitze II (/,34) höher als bei der Basis (0,17). Es nahm bis Ende Oktober ab (Spitze II 0,14 - Basis 0,11).

8.3 Kalium/Magnesium-Verhältnisse

Von den vegetativen Organen zeigte die Triebachse (Tabelle 12 a) die höchsten K/Mg-Verhältnisse, und zwar bei der ersten Probeentnahme 13,80 bzw. 14,00 und zur Zeit des Blattfalles 8,44 bzw. 8,30. Die Verhältnisse in der Blattlamina sind ziemlich einheitlich. Ende Mai/Anfang Juni lagen die Werte bei 6,50 bzw. 6,00 und wiesen zur Zeit der Ernte nur unwesentliche Veränderungen auf (5,10 bzw. 6,90). Bei den Blattstielen ist zunächst ein Ansteigen zu beobachten (von 11,70 bzw. 9,70 bis Mitte Juni auf 16,50 bzw. 14,20). Danach fielen die Werte auf 10,50 bzw. 9,80 (zur Zeit der Lese). Eine Ausnahme trat 1968 im Monat September ein, wo ein extremer Tiefpunkt von 7,20 zu verzeichnen war.

In den Fruchtorganen lagen in beiden Jahren einheitliche Tendenzen vor. Interessant ist das K/Mg-Verhältnis in den Rappen, das von der ersten Probeentnahme (30,60 bzw. 25,30) steil zunimmt und sein Maximum Ende August 1967 (52,60) bzw. Mitte September 1968 (52,40) erreicht. Danach erfolgte ein stetiger Abfall bis zur Zeit der Lese (36,40 bzw. 25,70). Im allgemeinen nimmt das K/Mg-Verhältnis während des gesamten Reifestadiums bei Beeren (o.S.) zu. Ende Juli/Anfang August liegt es bei 17,40 bzw. 15,40 und zur Zeit der Lese bei 58,00 bzw. 28,00. Eine Abweichung hiervon bildet der Monat September im Untersuchungsjahr 1967, wo eine Unterbrechung des teilten Anstieges auftrat. Die niedrigsten K/Mg-Verhältnisse traten bei den Samen auf. Die Werte der ersten Probeentnahme (15 bzw. 17) fielen dann bis 1. September stark ab auf 4,80 bzw. 7,60. Dann blieben die Werte bis zur Zeit der Lese ziemlich konstant bei 5,30 bzw. 5,50.

Tabelle 11 a

Mittlere N/K-Verhältnisse in verschiedenen Organen des 2. - 4. Rebtriebes

Jahr Termin	vegetative Organe			fruchtende Organe		
	Tr.Achse	Bl.Lamina	Bl.Stiel	Rappen	Samen	Beeren
<u>1967</u>						
24. Mai	0,44	1,82	0,39	-	-	-
19. Juni	0,38	1,50	0,37	-	-	-
10. Juli	0,32	1,58	0,19	-	-	-
24. Juli	-	-	-	0,22	0,56	0,35
21. Aug.	0,24	1,19	0,18	0,19	1,48	0,25
18. Sept.	0,35	1,29	0,22	0,20	1,38	0,31
11. Okt.	0,48	1,09	0,16	0,24	1,21	0,32
27. Dez.	0,54	-	-	-	-	-
<u>1968</u>						
30. Mai	0,41	0,93	0,35	-	-	-
27. Juni	0,39	1,67	0,27	-	-	-
19. Juli	0,32	1,61	0,25	-	-	-
1. Aug.	-	-	-	0,33	0,68	0,51
30. Aug.	0,33	1,42	0,19	0,26	1,22	0,41
26. Sept.	0,50	1,74	0,20	0,24	1,30	0,40
14. Okt.	0,56	0,99	0,18	0,34	1,36	0,47
27. Dez.	0,94	-	-	-	-	-

Tabelle 11 b

N/K-Verhältnisse in den vegetativen Organen aus verschiedenen Positionen des
2. - 4. Triebes (1968)

Organ und Termin	N/K-Verhältnisse und Positionen am Trieb			
	Basis	Mitte	Spitze I	Spitze II
	ca. 0 - 50	ca. 50 - 100	ca. 100 - 150	über 150 cm
<u>TRIEBACHSE</u>				
19. Juli	0,28	0,32	0,30	0,44
1. Aug.	-	-	-	-
30. Aug.	0,31	0,29	0,35	0,37
16. Sept.	-	-	-	-
26. Sept.	0,50	0,47	0,46	0,46
14. Okt.	0,62	0,61	0,59	0,37
25. Okt.	0,61	0,64	0,62	0,52
<u>BLATTLAMINA</u>				
19. Juli	1,67	1,62	1,71	1,62
1. Aug.	-	-	-	-
30. Aug.	1,12	1,23	1,58	1,39
16. Sept.	-	-	-	-
26. Sept.	1,10	1,32	1,49	1,59
14. Okt.	0,96	1,03	1,09	1,07
25. Okt.	0,80	0,70	0,83	0,92
<u>BLATTSTIEL</u>				
19. Juli	0,17	0,22	0,23	0,34
1. Aug.	-	-	-	-
30. Aug.	0,15	0,20	0,14	0,25
16. Sept.	-	-	-	-
26. Sept.	0,15	0,17	0,20	0,32
14. Okt.	0,15	0,16	0,18	0,29
25. Okt.	0,11	0,11	0,13	0,16

Tabelle 12 a

Mittlere K/Mg-Verhältnisse in verschiedenen Organen des 2. - 4. Rebtriebes

Jahr Termin	vegetative Organe			fruchtende Organe		
	Tr.Achse	Bl.Lamina	Bl.Stiel	Rappen	Samen	Beeren
<u>1967</u>						
24. Mai	13,80	6,50	11,70	-	-	-
19. Juni	15,60	8,30	13,60	-	-	-
10. Juli	15,50	5,50	16,50	-	-	-
24. Juli	17,20	6,10	13,70	30,60	15,00	17,40
21. Aug.	14,10	6,00	12,00	52,60	4,80	38,60
18. Sept.	10,31	4,90	9,10	45,10	5,00	29,00
11. Okt.	8,44	5,10	10,50	36,40	5,30	58,00
27. Dez.	8,00	-	-	-	-	-
<u>1968</u>						
30. Mai	14,01	6,00	9,70	-	-	-
27. Juni	13,50	5,90	14,40	-	-	-
19. Juli	12,30	5,00	14,20	-	-	-
1. Aug.	10,60	4,50	11,40	25,30	17,0	15,40
30. Aug.	12,50	5,70	13,10	44,00	7,60	24,70
16. Sept.	11,30	4,90	7,20	52,40	6,40	25,20
14. Okt.	8,30	6,90	9,80	25,70	5,50	27,90
27. Dez.	4,80	-	-	-	-	-

Tabelle 12 b

K/Mg-Verhältnisse in den vegetativen Organen aus verschiedenen Positionen des
2. - 4. Triebes (1968)

Organ und Termin	K/Mg-Verhältnisse und Positionen am Trieb			
	Basis ca. 0 - 50	Mitte ca. 50 - 100	Spitze I ca. 100 - 150	Spitze II über 150 cm
<u>TRIEBACHSE</u>				
19. Juli	11,54	11,10	17,36	12,35
1. Aug.	10,80	10,60	12,63	11,56
30. Aug.	12,84	13,14	14,03	13,50
16. Sept.	9,40	11,70	13,70	14,28
26. Sept.	8,21	8,90	10,60	10,57
14. Okt.	7,84	7,92	9,56	14,65
25. Okt.	6,50	6,60	7,80	10,12
<u>BLATTLAMINA</u>				
19. Juli	4,23	4,71	5,15	6,61
1. Aug.	4,25	4,29	5,20	5,68
30. Aug.	4,90	5,58	5,44	6,37
16. Sept.	3,77	4,73	6,06	6,33
26. Sept.	4,71	5,05	5,11	5,06
14. Okt.	5,50	5,41	6,00	6,11
25. Okt.	4,55	4,66	5,76	5,59
<u>BLATTSTIEL</u>				
19. Juli	11,71	11,51	14,25	18,25
1. Aug.	7,37	7,46	13,84	20,87
30. Aug.	10,37	9,80	18,50	17,81
16. Sept.	6,30	6,33	8,10	12,75
26. Sept.	8,80	9,68	9,20	11,56
14. Okt.	8,50	8,54	10,40	9,10
25. Okt.	8,16	12,27	9,48	10,86

Die K/Mg-Verhältnisse in den Triebachsen aus verschiedenen Positionen (Tabelle 10 b) bewegten sich im Juli zwischen 11,50 (Basis) und 17,40 (Spitze I). Allgemein nahmen auch hier die Werte bis 25. Oktober (6,50 Basis und 10,12 Spitze II) ab. Die niedrigsten Relationen wiesen die Blattlamina auf. Hier lagen die höchsten Werte am 19. Juli für Spitze II bei 6,60, die niedrigsten für die Basis bei 4,20. Die Verhältnisse zeigten Ende Oktober kleine Abweichungen. In den Blattstielen bewegten sich die Relationen Ende Juli von 18,30 in der Spitze II bis 11,70 in der Basis, und sie nahmen Ende Oktober auf 10,90 (Spitze II) und 8,20 (Basis) ab.

8.4 Kalium/Calcium-Verhältnisse

Von allen Organen zeigte die Blattspreite die niedrigsten K/Ca-Relationen (Tabelle 13 a). Kurz nach dem Austrieb (Ende Mai) lagen die Werte bei 1,40 bzw. 1,60. Mit fortschreitender Vegetationsperiode nahmen die Verhältnisse ab, so daß zur Zeit der Lese 0,36 bzw. 0,39 ermittelt werden konnten. Die Triebachse wies eine leicht fallende Tendenz auf - wie bei den Blattspreiten. Ende Mai lagen die Verhältnisse bei 3,30 bzw. 3,35 und Mitte Oktober (kurz vor der Lese) bei 0,95 bzw. 0,53. Die Relationen der Blattstiele nahmen von der ersten Probenentnahme Ende Mai (2,0 bzw. 1,48) zuerst bis Anfang/Mitte Juli zu (2,6 bzw. 2,08), um bis zur Zeit der Lese auf 1,05 bzw. 1,00 wieder abzufallen.

Die Samen zeigten in beiden Untersuchungsjahren ein ähnliches Bild. Ende Juli/Anfang August lagen die K/Ca-Verhältnisse bei 3,37 bzw. 2,52; dann war ein starkes Absinken auf 1,26 bzw. 1,65 (Mitte/Ende August) zu beobachten. Von hier ab blieb das Verhältnis bis zur Lese konstant im Jahre 1968, und im Jahre 1967 erfolgte eine leichte Zunahme auf 1,64. Die Rappen zeigten in beiden Jahren sehr unterschiedliche Relationen. Während im Jahre 1967 die Werte von Ende Juli bis Mitte September abnahmen (von 8,70 auf 7,50), stiegen sie 1968 an (von 5,05 auf 7,34). Bei der K/Ca-Relation der Beeren (o.S.) war zunächst ein Anstieg zu verzeichnen (ca. 5 bzw. 3 Ende Juli). Die Werte erreichen ihr Maximum 1967 am 21. August (10,70) und 1968 am 16. September (5,50), um dann wieder - bis zur Zeit der Lese - abzufallen auf 9,0 bzw. 4,6.

In der Triebachse zeigen die Werte der einzelnen Abschnitte deutliche Unterschiede (Tabelle 13 b), so daß die höchsten K/Ca-Relationen am 19. Juli in der Triebspitze II (3,30), die niedrigsten in der Basis (0,69) lagen. Die Werte nahmen mit fortschreitender Vegetationszeit ab. Zur Zeit des Blattfalles lagen die Verhältnisse zwischen 0,69 bis 0,88. Die Blattlamina weisen ebenfalls eine fallende Tendenz auf, aber die Werte lagen niedriger. Die höchsten Werte ergaben sich wiederum am 19. Juli (Spitze II 1,40 und Basis 0,35), entsprechend 0,23 bzw. 0,41 am 25. Oktober. Die Blattstiele verhielten sich ähnlich wie die Blattlamina. Auch die höchsten Werte wurden wieder am 19. Juli in Spitze II und die niedrigsten in der Basis nachgewiesen. Zur Zeit des Blattfalles bewegten sie sich entsprechend um 0,75 bzw. 1,25.

8.5 Besprechung der Mineralstoffverhältnisse

Am stärksten fällt das erweiterte N/P-Verhältnis für die Blattlamina in beiden Untersuchungsjahren auf. Die höchsten Werte im Juli und August fallen mit der Periode des stärksten Triebwachstums und dem Fruchtwachstum zusammen. Bei der Rebe ist somit eine hohe Wachstumsintensität mit einem erweiterten N/P-Verhältnis in den Blättern korreliert.

Als nächster Punkt ist das N/P-Verhältnis der Rappen zu nennen. Es wird mit zunehmender Reife enger, was auf die Zunahme des P-Gehaltes zurückzuführen ist (siehe Seite 42).

Die übrigen Organe bewegen sich - mit geringen Schwankungen während der gesamten Vegetationsperiode - in einer N/P-Relation, die zwischen 2 bis 4 liegt. Hiervon wären lediglich die reifen Beeren (ohne Samen) herauszunehmen, welche insgesamt in den Relationen zunehmen.

Die Blattlamina verhalten sich im N/K-Verhältnis völlig anders als oben angegeben. Beide Jahre präsentieren sich etwas unterschiedlich. Gemeinsam ist nur ein enges Verhältnis am Ende der Vegetationsperiode. Die Samen sind insofern beachtenswert, als ihr N/K-Verhältnis mit zunehmender Beerenreife weiter wird als bei den übrigen Organen. Die anderen untersuchten Organe haben insgesamt ein N/K-Verhältnis,

Tabelle 13 a

Mittlere K/Ca-Verhältnisse in verschiedenen Organen des 2. - 4. Rebtriebes

Jahr Termin	vegetative Organe			fruchtende Organe		
	Tr.Achse	Bl.Lamina	Bl.Stiel	Rappen	Samen	Beeren
<u>1967</u>						
24. Mai	3,30	1,40	2,00	-	-	-
19. Juni	3,70	1,20	2,30	-	-	-
10. Juli	3,60	0,70	2,60	-	-	-
24. Juli	3,10	0,80	1,75	8,70	3,37	5,10
21. Aug.	1,80	0,60	1,40	8,10	1,26	10,72
18. Sept.	1,30	0,43	0,95	7,50	1,66	8,92
11. Okt.	0,90	0,36	1,05	10,80	1,64	8,92
27. Dez.	0,95	-	-	-	-	-
<u>1968</u>						
30. Mai	3,35	1,60	1,48	-	-	-
27. Juni	2,80	0,76	2,08	-	-	-
19. Juli	1,94	0,56	1,99	-	-	-
1. Aug.	1,74	0,51	1,86	5,05	2,52	2,96
30. Aug.	1,45	0,48	1,32	6,52	1,65	3,70
16. Sept.	1,25	0,45	1,07	7,34	1,64	5,50
14. Okt.	0,81	0,39	1,00	4,95	1,69	4,60
27. Dez.	0,53	-	-	-	-	-

Tabelle 13 b

K/Ca-Verhältnisse in den vegetativen Organen aus verschiedenen Positionen des
2. - 4. Triebes (1968)

Organ und Termin	K/Ca-Verhältnisse und Positionen am Trieb			
	Basis	Mitte	Spitze I	Spitze II
	ca. 0 - 50	ca. 50 - 100	ca. 100 - 150	über 150 cm
<u>TRIEBACHSE</u>				
19. Juli	1,65	1,87	2,77	3,28
1. Aug.	1,52	1,66	1,98	2,87
30. Aug.	1,30	1,42	1,54	1,97
16. Sept.	0,98	1,28	1,50	1,72
26. Sept.	0,83	0,88	1,01	1,21
14. Okt.	0,73	0,79	0,86	1,56
25. Okt.	0,69	0,75	0,75	0,88
<u>BLATTLAMINA</u>				
19. Juli	0,35	0,50	0,65	1,40
1. Aug.	0,37	0,44	0,60	0,87
30. Aug.	0,40	0,44	0,54	0,67
16. Sept.	0,33	0,39	0,52	0,67
26. Sept.	0,30	0,31	0,42	0,36
14. Okt.	0,29	0,31	0,36	0,69
25. Okt.	0,23	0,28	0,32	0,41
<u>BLATTSTIEL</u>				
19. Juli	1,45	1,73	2,14	2,61
1. Aug.	1,18	1,51	2,17	3,25
30. Aug.	1,17	1,14	1,76	1,87
16. Sept.	1,07	1,11	1,24	1,49
26. Sept.	1,10	1,17	0,94	1,04
14. Okt.	0,97	1,00	1,03	0,93
25. Okt.	0,75	0,93	0,84	1,25

welches in der Regel bei 0,5 liegt. Herausragend zeigt sich in beiden Jahren ein enorm weites K/Mg-Verhältnis für die Rappen Ende August/Anfang September. Verglichen mit Juli und Oktober ergab sich im genannten Zeitpunkt ein markanter "Peak". Dieser wird durch einen enormen Anstieg in der absoluten Menge des Kaliums verursacht. Eine vergleichbare Situation ist bei der Bananenstaude gegeben, woe der K_2O -Gehalt der Fruchtstandsachse über 14 % der T.S. erreichen kann (BAILLERN et al, zit. Freiberg 1966). Auch in diesem Fall liegt der Kali-Gehalt beträchtlich über den anderen Organen. Die Rebe zeichnet sich dadurch aus, daß die Fruchtstände sich in sehr kurzer Zeit mit hoher Dynamik entwickeln. Ein weites K/Mg-Verhältnis in den Rappen wird von STELLWAAG-KITTLER (1964) sowie LAUBER und KOBLET (1967) im Zusammenhang mit der Stiellähme der Trauben diskutiert. Die vorliegenden Untersuchungen konnten auf jeden Fall bestätigen, daß die Rappen in sehr ausgeprägtem Maße das weiteste K/Mg-Verhältnis innerhalb der Reborgane aufweisen. Ende September findet GÄRTEL (1960) für die Rappen einen Quotienten von 15,5. Dieser Wert nähert sich den eigenen Untersuchungen im Monat Oktober. Ihm folgen an zweiter Stelle die Beeren (o.S.), ohne jedoch den für die Rappen typischen "Peak" aufzuweisen. Im gewissen Sinne gegenläufig zu den Frucht-rappen verhalten sich die Samen. Zumindest wird Ende August/Anfang September eine rasche Annäherung an einen engen K/Mg-Quotienten erkennbar. Der Blattstiel, als Transportorgan funktionell mit den Rappen vergleichbar, verhält sich nicht wie diese.

Interessant ist, daß bei hoher Fruchtbarkeit der Rebe nach BEATTIE und FORSHEY (1954) der K/Mg-Quotient in den Blattstielen deutlich höher ist als bei niedriger Fruchtbarkeit. Leider sind keine entsprechenden Untersuchungen bei den Fruchtrappen gemacht worden. Die übrigen Organe zeigen keine besonders charakteristischen Aspekte. Beim K/Ca-Quotienten liegen wieder die Beeren (o.S.) und Rappen mit einem weiten Verhältnis über den übrigen Organen. Im Untersuchungsjahr 1968 stellt sich auch für beide Organe der "Peak" Ende August/Anfang September ein. Dies ist jedoch 1967 nicht der Fall. Alle übrigen Organe zeigen während der Vegetationsperiode eine leichte Verringerung der K/Ca-Verhältnisse. Dieses hängt mit der bekannten Zunahme des Calcium-Gehaltes zusammen. Insgesamt betrachtet, weisen die Beeren (o.S.) und Fruchtrappen ein wesentlich weiteres K/Ca-Verhältnis auf als die anderen untersuchten Organe, was zumindest auf die Möglichkeit hindeutet, daß in extremen Fällen physiologische Störungen eintreten können.

9. Schätzung des Entzuges an Makroelementen

Die während der beiden Untersuchungsjahre durchgeführten Bestimmungen der Trockengewichte und die Ermittlung der Mineralstoffgehalte in den verschiedenen Organen erlauben eine Schätzung des Gesamtentzuges während der Vegetationszeit sowie Angaben darüber, in welchen Zeiträumen ein besonders starker Entzug vorlag.

9.1 Schätzung des Gesamtentzuges

Als Grundlage für diese Abschätzung dienen einmal die bei den Routinearbeiten in der Lage Rosengarten ermittelten Mengen an Pflanzensubstanz, die bei den verschiedenen Schnitarbeiten und den ermittelten Erträgen angefallen sind, ⁺ zum anderen die auf Grund der Analysen ermittelten Gehaltsprozent.

In den Tabellen 14 a und 14 b sind für die beiden Jahre die in den Pflanzenorganen enthaltenen Mengen zusammengefaßt worden. Es wurden berücksichtigt:

- a) die beim "Entspitzen" entfernten jungen Triebteile (am 12. Juli 1967 und 22. Juli 1968)
- b) die beim "Gipfeln" entfernten Triebspitzen (am 14. August 1967 u. 12. August 1968)
- c) Die Blätter im Stadium der maximalen Entfaltung am 18. September (1967) und 16. September (1968). Die Blattmasse wurde aus dem unter (d) angegebenen Schnittholz errechnet, wobei die in den Untersuchungen gefundenen Relationen eingesetzt worden sind.
- d) Das Schnittholzgewicht wurde in der Anlage beim Winterschnitt am 13. März (1968) und 5. Februar (1969) für die Anlage Rosengarten festgestellt.
- e) Aus den in der Anlage ermittelten Gesamt-Erträgen, die auch die Bodentrauben enthielten, und den in den eigenen Untersuchungen ermittelten Relationen zwischen Beeren-, Samen- und Rappengewicht erfolgte die Berechnung der durch die Früchte entzogenen Mengen.

Die hierbei für die Fläche von 1 Ar (oder 33 Stöcke) berechneten Entzugsmengen sind in drei Gruppen aufgeteilt: Gruppe 1 umfaßt die Mengen, die in den Organen

+ Herr Prof. Dr. Kiefer, Institut für Weinbau, hat freundlicherweise diese Daten zur Verfügung gestellt

Tabelle 14 a

Schätzung des Nährstoffentzuges von 1 Ar Rebfläche (33 Stöcke) Sorte Riesling auf 26 G (Geisenheim/Rosengarten) 1967

Gruppe und Pflanzenteil	Trocken-M. kg	Stickstoff		Phosphor		Kalium		Calcium		Magnesium	
		% ¹⁾	g ²⁾	%	g	%	g	%	g	%	g
Gruppe 1											
Tr. Spitze beim "Entspitzen"	1,04	1,46	15,18	0,32	3,32	1,71	17,78	0,79	8,22	0,18	1,87
entfernt											
Tr. Spitze beim "Gipfeln"	3,93	0,86	33,79	0,18	7,07	1,16	45,58	1,17	45,98	0,13	5,11
entfernt											
Blätter	16,68	1,37	228,54	0,23	38,36	1,41	235,19	2,66	443,67	0,24	40,03
Gruppe 2											
Schnittholz	14,85	0,43	63,86	0,14	20,80	0,80	11,88	0,84	124,67	0,11	14,85
Gruppe 3											
Fr. Rappen	0,71	0,71	5,04	0,36	2,55	2,91	20,66	0,27	1,92	0,08	0,67
Fr. Samen	1,66	0,78	12,95	0,28	4,64	0,64	10,62	0,39	6,47	0,12	1,99
Fr. Beeren (o. S.)	9,66	0,38	36,71	0,07	6,76	1,16	112,10	0,13	12,56	0,02	1,93
Gruppe 1											
Gruppe 2 und 3											
			277,51		48,75		298,55		497,87		47,01
			118,56		34,75		155,26		145,71		19,34
Gesamtentzug pro Ar			396,07		83,50		453,81		643,58		66,35

1) % = mittlerer prozentualer Gehalt in der Trockenmasse

2) g = Gesamtmenge in g in dem betreffenden Teil

Gruppe 1 = Mengen, die jährlich entzogen werden, aber wieder in den Boden zurückkommen

Gruppe 2 u. 3 = Mengen, die jährlich aus der Anlage entfernt werden

Tabelle 14 b

Schätzung des Nährstoffentzuges von 1 Ar Rebfläche (33 Stöcke) Sorte Riesling auf 26 G (Geisenheim/Rosengarten) 1968

Gruppe und Pflanzenteil	Trocken-M. kg	Stickstoff		Phosphor		Kalium		Calcium		Magnesium	
		% ¹⁾	g ²⁾	%	g	%	g	%	g	%	g
Gruppe 1											
Tr. Spitze beim "Entspitzen"	2,52	1,46	36,80	0,32	8,06	1,71	43,09	0,78	19,65	0,17	4,28
entfernt											
Tr. Spitze beim "Gipfeln"	3,77	0,86	32,42	0,18	6,78	1,16	43,73	1,18	44,40	0,13	4,90
entfernt											
Blätter	13,74	1,34	184,11	0,21	28,85	1,23	169,00	2,31	317,39	0,23	31,60
Gruppe 2											
Schnittholz	15,49	0,45	69,70	0,13	20,14	0,48	74,35	0,90	139,41	0,10	15,59
Gruppe 3											
Fr. Rappen	0,73	0,73	5,32	0,51	3,72	2,12	15,55	0,43	3,14	0,08	0,61
Fr. Samen	0,70	0,90	15,30	0,24	4,08	0,66	11,22	0,39	6,63	0,12	2,04
Fr. Beeren (o. S.)	9,96	0,43	42,83	0,09	9,56	0,92	91,63	0,20	19,92	0,03	2,99
Gruppe 1											
Gruppe 2 und 3			253,33		43,69		255,82		381,44		40,78
			133,15		37,50		192,75		169,10		21,23
Gesamtentzug pro Ar			386,48		81,19		448,57		550,54		62,01

1) %= mittlerer prozentualer Gehalt in der Trockenmasse

2) g= Gesamtmenge in g in dem betreffenden Teil

Gruppe 1 = Mengen, die jährlich entzogen werden, aber wieder in den Boden zurückkommen

Gruppe 2 u. 3 = Mengen, die jährlich aus der Anlage entfernt werden

enthalten sind, und die in der Anlage verbleiben; also die beim Entspitzen und Entgipfeln abgeschnittenen Spitzen und die beim Laubfall abfallenden Blätter, deren Mineralstoffe über eine Mineralisierung wieder in den Boden zurückkommen. Gruppe 2 besteht aus dem Schnittholz, also den einjährigen Trieben, die bis auf die beiden belassenen Bogreben vollkommen entfernt werden. Im vorliegenden Fall wurde dieses Schnittholz aus der Anlage entfernt. In einigen Betrieben wird es jedoch maschinell zerkleinert und in den Boden eingearbeitet, so daß die darin enthaltenen Mineralstoffe in den Boden zurückkommen.

Gruppe 3 umfaßt die Trauben. Die in ihnen enthaltenen Mineralstoffe werden aus der Anlage entfernt.

Bei der Schätzung der entzogenen Mengen konnten nicht berücksichtigt werden die Mengen, die jährlich im Stamm und in den Wurzeln festgelegt sind und nur zum Teil beim Austrieb wieder mobilisiert werden können. Die Mengen im Stamm dürften mengenmäßig sehr gering sein, die Mengen in den Wurzeln ebenfalls, da wahrscheinlich infolge des Wegschnittes der einjährigen Triebe auch ein hoher Prozentsatz an Wurzeln abstirbt und die darin enthaltenen Mineralstoffmengen so in den Boden zurückkommen. Insgesamt dürfte sich bei den Wurzeln und Rebstücken, die ausgewachsen sind und ihren Standraum voll einnehmen, hier ein Gleichgewicht einstellen, so daß die in den Wurzeln enthaltenen Mengen an Mineralstoffen nicht besonders zu berücksichtigen sind.

Wie aus der Tabelle 14 a und 14 b hervorgeht, wurden in beiden Jahren etwa gleiche Mengen an Makroelementen entzogen. Die Werte liegen für:

Stickstoff	bei ca. 38,60 bzw. 39,60 kg N/ha	
Phosphor	bei ca. 8,10 bzw. 8,35 kg P/ha	(rd. 18,20 bzw. 20,00 kg P_2O_5)
Kalium	bei ca. 45,00 bzw. 45,40 kg K/ha	(rd. 54,20 bzw. 54,70 kg K_2O)
Calcium	bei ca. 55,00 bzw. 64,40 kg Ca/ha	(rd. 77,00 bzw. 90,00 kg CaO)
Magnesium	bei ca. 6,20 bzw. 6,60 kg Mg/ha	

Diese Schätzwerte stimmen recht gut mit den Werten überein, die LAFON et al (1964)

in Südfrankreich bei der Sorte Ugni Blanc auf 41 B mit 5000 Stöcken/ha und bei einem Ertrag von 160 hl/ha ermittelte. Lediglich die von uns ermittelten N-Mengen liegen niedriger und machen nur rund 2/3 der von LAFON angegebenen Mengen aus. Wenn wir die Werte von HERSCHLER (1933) mit den Schätzwerten vergleichen, der 8000 Reben ha zugrund legte, dann ergibt sich ebenfalls eine recht gute Übereinstimmung.

9.2 Schätzung des zeitlichen Entzuges

Die durchgeführten Untersuchungen an den einjährigen Organen der Rebe erlauben darüber hinaus auch eine Abschätzung der in den verschiedenen Abschnitten der Vegetationsperiode entzogenen Mengen (siehe Tabelle 15).

Wie von anderen Kulturpflanzen bekannt, eilt auch bei der Rebe die Einlagerung von Mineralstoffen der Trockensubstanzbildung voraus, die Mitte September ihr Maximum in den vegetativen Pflanzenteilen erreicht. Die Zunahme der Mineralstoffmengen in den Beeren von Mitte September bis zur Ernte (Mitte Oktober) ist relativ gering und konnte wegen des Abfalls von Beeren nicht genau erfaßt werden. Sie wurde bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Setzen wir die am 18. (1967) bzw. 16. (1968) September ermittelten Mineralstoffmengen gleich hundert, so ergibt sich, daß in den ersten drei Monaten 1968 des Wachstums der Rebe (Mai, Juni und Juli) beim Stickstoff und Magnesium rund 71 bis 73 % der insgesamt ermittelten Mengen bereits aufgenommen worden sind. Für Phosphor, Kalium und Calcium liegen die Anteile bei 60 bis 63 Prozent, d. h. rund 1/3 der Mengen werden noch nach diesem Termin dem Boden entzogen. Es ist hier zu beachten, daß die Gesamttrockenmasse an diesem Termin erst 55 % ausmachte. 1967 war die Wachstumsrate nicht so groß. Interessant erscheint ferner, daß - mit Ausnahme des Phosphors, bei dem Anfang Juli schon 41 bzw. 43 % der insgesamt gefundenen Mengen aufgenommen worden war - im Monat Juli ein besonders hoher Nährstoffentzug vorliegt. So wurden 1968 vom 20. Juni bis 1. August immerhin 55 % des Stickstoffes, 47 % Phosphor, 50 % Kalium, 70 % Calcium und 60 % Magnesium aufgenommen. In diesem Zeitraum liegt die höchste Wachstumsrate der vegetativen Pflanzenteile.

Tabelle 15

Relative Zunahme der Trockenmasse und Mineralstoffmengen im 2. - 4. Trieb
während der Vegetationsperiode 1967 und 1968

Werte in % vom 18. (1967) bzw. 16. (1968) September						
Termine	Tr. Masse	N	P	K	Ca	Mg
<u>1967</u>						
24. Mai	2,3	5,8	6,7	3,2	2,0	3,7
12. Juni	11,6	-	24,7	13,5	10,5	16,3
25. Juni	15,4	27,2	28,3	23,6	17,2	22,7
10. Juli	24,0	43,2	37,9	32,6	27,7	36,2
24. Juli	35,5	56,4	50,0	57,4	37,3	54,2
21. August	54,2	75,0	67,9	70,1	72,7	70,9
18. Sept.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
absol. Menge g bzw. mg	129,5	860,0	199,2	1556,8	1258,2	113,3
<u>1968</u>						
30. Mai	2,2	5,1	5,6	4,5	2,2	4,8
20. Juni	9,2	28,4	15,4	14,5	9,0	13,7
4. Juli	26,9	-	41,4	36,3	28,7	33,4
19. Juli	38,9	64,7	48,3	46,7	47,3	52,6
1. August	55,3	73,0	62,4	63,7	60,4	71,3
30. August	78,6	97,7	80,4	83,3	78,9	74,9
16. Sept.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
absol. Menge g bzw. mg	110,2	608,9	145,2	911,3	1161,7	101,6

V. Diskussion

Da das Verhalten der untersuchten Makroelemente bereits im Anschluß an die ermittelten Ergebnisse am Ende der einzelnen Abschnitte besprochen worden ist, sollen in der abschließenden Gesamtdiskussion nur bestimmte, allgemeinere Aspekte herausgestellt werden, und zwar:

- a) die Abschätzung des Versorgungszustandes der untersuchten Reben
- b) die Beurteilung der verwendeten Organe und ihrer Mineralstoffgehalte
- c) das Ausmaß der Veränderungen in Organen, die für diagnostische Zwecke Verwendung finden
- d) die Beziehungen zwischen den Funktionen der vegetativen und fruchtenden Organe und ihrer Mineralstoffversorgung, insbesondere mit Phosphat, Kalium sowie Calcium und Magnesium

zu a): Für die Abschätzung des Ernährungszustandes der untersuchten Reben lassen sich zwei Kriterien verwenden, nämlich ein Vergleich mit bekannten kritischen Werten in vergleichbaren Organen und die Trends bestimmter Elemente in verschiedenen alten Blättern.

Aus der Triebleistung, der Ertragshöhe und den Blatt- bzw. Blattstielanalysen kann gefolgert werden, daß die untersuchten Reben sich im Bereich einer guten (optimalen) Versorgung hinsichtlich der 5 Makroelemente befunden haben. Die ermittelten Werte in den Blattspreiten und Blattstielen aus der mittleren Position der Triebe stimmen recht gut mit den von BECKER (1967) bei der Sorte Riesling im Rheingau gefundenen Mittelwerten überein. Mangelbereiche, wie sie GÄRTEL und andere Untersucher fanden (siehe Literaturzusammenstellung), waren in keinem Falle anzutreffen. Hinsichtlich der K- und Mg-Versorgung kann noch angeführt werden, daß sich in den Basisblättern im Vergleich zur Spitze keine wesentlich erniedrigten Werte zeigten. Dies deutet an, daß im Verlauf der Vegetationszeit die Nachlieferung aus dem Boden so gut war, daß es nicht zu Translokationserscheinungen aus den Basisblättern in die Spitzenblätter oder in die Frucht kam (GRUPPE 1959). Beim Magnesium lagen die

Werte der Basisblätter über denen der Spitze, was auf eine sehr gute Versorgung hinweist. Auch die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen lassen vermuten, daß eine gute Versorgung mit Kalium und Phosphor vorlag, besonders aus der Schicht, wo sich die Masse der absorbierenden Wurzeln befand (STEINBERG 1968).

Außerdem kann angenommen werden, daß im Verlauf der Vegetationszeit sich auch die Mineralstoffversorgung der Pflanze in Abhängigkeit von der Wasserversorgung, dem Wurzelwachstum usw. verschiebt, dadurch kommen Veränderungen in den Mineralstoffgehalten vor. Letzteres scheint bei den untersuchten Pflanzen nur in geringem Maße der Fall gewesen zu sein, da sonst zwischen alten und jungen Blättern erhebliche Unterschiede aufgetreten sein müßten.

zu b): Die bei den Untersuchungen analysierten Organe müssen zu den verschiedenen Zeitpunkten als nicht gleichwertig angesehen werden. So waren die vegetativen Organe stets aus verschieden alten Teilen zusammengesetzt. Das Verhältnis schwankt - je nach der Wachstumsrate - zum Zeitpunkt der Untersuchung. Liegt eine hohe Wachstumsrate vor, dann finden sich verhältnismäßig mehr neugebildete Teile als ältere. Es sind also in den Mittelwerten immer die Gradienten im Gehalt der einzelnen Organe enthalten. Durch die Zerlegung nach Positionen konnte im Jahre 1968 ein viel deutlicheres Bild von diesen Gradienten ermittelt werden. Im Gegensatz hierzu zeigen die fruchtenden Teile von einem bestimmten Zeitpunkt an nur eine Volumenzunahme ohne eigentlichen Neuzuwachs. Mit Zunahme des Alters verändern sich die Anteile an Stützelementen und Strukturgewebe in Relation zu den aktiven Zellen beträchtlich.

zu c): Erstaunlich groß waren die zeitlichen Trends der Mineralstoffgehalte in den einzelnen Organen. Berücksichtigt man die Veränderungen in den für diagnostische Zwecke vorwiegend zur Verwendung kommenden Blättern und Blattstielen, so zeigt sich, daß innerhalb eines Monats sehr große Unterschiede auftreten können. Dies bedeutet, daß bei der Rebe viel stärker als vielleicht bei anderen Obstarten, wie z. B. Apfelbäumen usw., der Zeitpunkt der Probeentnahme und der physiologische Zustand des Organs berücksichtigt werden müssen. Hieraus ergeben sich wahrscheinlich auch die in der Literaturübersicht angeführten sehr großen Unterschiede in den Analysenwerten bei den einzelnen Untersuchern.

zu d): Aus der Gesamtschau aller ermittelten Daten werden einige Merkmale besonders ersichtlich. Zu diesen gehören u. a. die Phasen des Phosphathaushaltes. Es fällt auf, daß der prozentuale Phosphorgehalt in den Rappen während der Beerenreife ständig und intensiv zunimmt, während in den anderen fruchtenden sowie vegetativen Organen eine Abnahme zu verzeichnen ist. So nimmt der relative Phosphatgehalt auch in den Samen sowie in den Beeren (o. S.) allmählich ab. Die Zunahme der absoluten P-Menge in den Beeren einschließlich ihrer Samen erfolgte in beiden Jahren entsprechend dem Anstieg des Trockengewichtes. Vor allem im Jahre 1967 ergibt sich eine markante Übereinstimmung zwischen der Trockengewichtszunahme der Beeren ohne Samen und den absoluten Phosphatgehalten dieses Gewebes. Wichtig aber erscheint der Zusammenhang zwischen dem P-Gehalt der Rappen und der Trockengewichtszunahme der Beeren. Letztere kann nur über eine Zufuhr von Assimilaten erfolgen, z. B. nahmen die prozentualen Anteile an Kalium, Calcium, Magnesium ab Mitte August in den Beeren nicht mehr zu. Über die Beteiligung des Phosphors am Assimilationstransport im Phloem liegen zahlreiche Arbeiten und Diskussionen vor (KURSANOW 1963, WANNER und BACHOFEN 1961, ZIEGLER 1956, SCHUMACHER 1967, LÄUCHLI 1968).

Die Beweglichkeit des Phosphors im Phloem ist groß (WILLENBRINK 1967): 93 cm/Std. für basalen Transport von P^{32} und für den aufsteigenden Phloemtransport 94 - 102 cm/Std. Daß in der Rebe der Assimilationstransport unter energetischen Reaktionen verläuft, ist vermutlich auch aus dem Verhalten der Rebblätter zu schließen. In beiden Jahren besteht ein vorübergehender Anstieg des prozentualen Phosphat-Gehaltes im September. Dies läßt sich mit einem starken Assimilations-Export, der energieabhängig ist, interpretieren (KURSANOW 1961 und MOORBY 1968). Bekanntlich konnte KURSANOW durch Zugabe des energiereichen ATP auf das Zuckerrübenblatt den Assimilations-Export stimulieren. Auch im Blattstiel findet sich zum selben Zeitpunkt ein kurzfristiger Anstieg, was in derselben Weise zu erklären wäre. Umgekehrt schreitet der prozentuale Phosphat-Gehalt in der Triebachse gegen Ende September auf ein Minimum zu; hier dürfte ein Export von Phosphaten gegeben sein, und vermutlich profitieren hiervon die fruchtenden Organe (KURSANOW und BROVCHENKO, 1961).

Bedeutsam sind die prozentualen und absoluten Phosphat-Mengen im Samen, obwohl die aktiven embryonalen Gewebe im Vergleich zum entwickelten Endosperm gering

sind (LOTT 1969). Zu diskutieren wäre, ob Gibberelline und Kinetine im Samen und in den übrigen Geweben der fruchtenden Organe der Rebe die sehr ausgeprägte Phosphat-Verlagerung steuern. Jedenfalls haben STINDY und WEAVER (1958) solche Zusammenhänge bei der Rebe nachgewiesen: Ein Gegenspieler des Gibberellins, nämlich CCC, vermochte gemäß den genannten Autoren den Phosphat-Transport in der Rebe zu hemmen. Die hormonale Steuerung des Assimilationstransportes darf bei dieser Gesamtbetrachtung nicht übersehen werden.

In dieser Hinsicht ist eine auxin-bedingte Erhöhung der Zellwandelastizität, welche ihrerseits noch durch Kalium gefördert werden kann (THIEMANN und SCHNEIDER 1938) interessant. Die genannte Erhöhung der Zellwandelastizität kann wiederum durch Calcium-Ionen vermindert werden. Dieser Antagonismus von Kalium und Calcium bezüglich der Deformationsfähigkeit von Zellen, die sich in Auxinlösung befinden, wurde von TAAGAWA und BONNER (1958) bestätigt. Diese Hinweise lenken die Aufmerksamkeit auf die stark hervortretenden Maxima beim prozentualen Kalium-Gehalt in den Rappen Ende August 1967 und Anfang September 1968. Auch in der Absolutmenge kommt dies bei den Rappen zum Ausdruck.

In dem genannten Zeitraum sind die Calcium- und Magnesium-Gehalte in den erwähnten Organen vergleichsweise niedrig. Die Ursache dieser Minderversorgung der Frucht mit Ca dürfte insbesondere in der im Vergleich zum Blatt nur geringen Transpirationsleitung der Frucht und der ständigen lateralen Ca-Ausscheidung auf dem Wege zur Frucht zu suchen sein. Untersuchungen von WIERSUM (1966) bei Tomaten und WIENEKE (1968) bei Äpfeln haben ergeben, daß auch in andere Früchte mit nur geringer Transpiration äußerst wenig Ca zugeführt wird. Gegen einen nennenswerten Ca-Transport im Phloem spricht außer den Ringelungsversuchen auch die Analyse der Phloemsäfte, die neben Zucker und Stickstoff viel Phosphor und Kalium, weniger Magnesium und sehr wenig Calcium enthalten (FISCHER 1967).

Die geringe Transpiration der Frucht erklärt jedoch nicht allein ihre relativ schlechte Ca-Versorgung. Nach der Vorstellung von WIERSUM können die Früchte - je nach den Erfordernissen - bevorzugt durch eines der beiden in der Pflanze vorhandenen Leitungssystem mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden. Zu Beginn der Vegetationsperiode wird ihnen Wasser und damit auch Ca, vornehmlich durch Xylem, zugeleitet.

Befinden sich die Früchte jedoch in starkem Wachstum, und beanspruchen die Blätter gleichzeitig durch eine hohe Transpirationsleistung den Xylemstrom weitgehend für sich, so werden die Früchte mit Wasser des Phloemstromes versorgt, wobei ihnen auch die Hauptmenge an Assimilaten zufließt. Das Ca im Phloemsaft wird nur in sehr geringer Menge gefunden (FISCHER 1967); dagegen findet sich dort relativ viel Kalium, Phosphor und Stickstoff, so daß es auf diese Weise in den fruchtenden Organen zu Verschiebungen im Gehalt einzelner Mineralstoffe kommen kann.

Sehr deutlich zutage treten die Relationen K/Mg und K/Ca, was ohne Zweifel besondere Beachtung verdient. MENGEL (1969) spricht von einem Ionen-Milieu, welches bei optimalem Verhältnis auf enzymatische Vorgänge physiologisch günstig wirkt. Ist jedoch ein Alkali- oder Erdalkali-Ion in zu hoher Menge vorhanden, kann es schädlich wirken. Der in den Rappen stattfindende Assimilationstransport verlangt, soweit er im Phloem erfolgt, eine hohe Permeabilität der beteiligten Gewebestrukturen, womit gewiß die hohe K-Menge in Zusammenhang steht. Hier dürfen die interessanten Hinweise von DÖRR (1968) über die besondere Differenzierung des Endomembransystems der Siebröhren und damit über eine funktionsbedingte Durchlässigkeit des Plasmas nicht übersehen werden. Dieser K-Wirkung steht das antagonistisch wirkende Ca gegenüber, weil es biologische Membranen verdichtet. Magnesium hat im Prinzip einen ähnlichen Effekt. Übrigens weisen die Blattstiele, welche - wie die Rappen - eine nährstoffleitende Funktion haben, ein entsprechend charakteristisches Kalium-Maximum auf, allerdings bereits im Juli. Ähnliche Peaks treten für Mg in den Blattstielen auf, und zwar in beiden Jahren im September. Vergleichen wir die P-Gehalte, wird ebenfalls im September 1968 ein Maximum erkennbar. Im Jahre 1967 wird zu diesem Zeitpunkt die stark fallende P-Kurve immerhin aufgefangen, um im Oktober weiter abzufallen. Dieses Verhalten ließe sich mit den Ergebnissen von GÄRTEL (1959) erklären, wonach Mg die Aufnahme bzw. den Transport von P begünstigt. In diesem Zusammenhang wird auch die Beteiligung eines bestimmten Trägermechanismus diskutiert (MENGEL 1969).

Es überrascht etwas, daß der Stickstoff keine Maxima aufzeigt, welche sich mit einer besonderen Aktivität korrelieren ließen. Weder im Wachstum der einzelnen Organe, noch in bestimmten charakteristischen Etappen wird durch einen auffallenden Peak eine Organbildung angezeigt. Immerhin ist bemerkenswert, daß der prozentuale

N-Gehalt der Samen und der Rappen nur noch von demjenigen der Blattlamina übertroffen wird. Dieses wiederum wäre ein Hinweis auf die hohe physiologische Aktivität der Rappen. Ein großer Teil des Stickstoffes der Rappen muß den Enzymen zugeschrieben werden. Über 40 verschiedene Enzyme der Pflanzen werden durch Kalium aktiviert (MENDEL 1969), wodurch die hohen Gehalte des Kaliums in den Rappen, Blattstielen und Beeren (o.S.) teilweise zu erklären sind.

Da nun eine Konkurrenz der verschiedenen Ionen um die aktivierten Enzymsysteme allgemein gegeben ist, könnte es möglich sein, daß das Kalium, sofern es in großen Mengen in der Zelle vorliegt, andere Kationen aus den lockeren Enzymbindungen verdrängt.

Bei der Betrachtung der Ionen-Verhältnisse in den fruchtenden Organen fällt auf, daß sich das Verhältnis K/Mg während der Reife vorübergehend verdoppelt. Dies beruht sowohl auf einer temporären Zunahme des Kaliums als auch auf einer gleichzeitigen Abnahme des Mg . Während des gleichen Zeitraumes findet aber eine Verdoppelung der Mg -Menge bei geringer Zunahme des Kaliums in den Samen statt. Dies spiegelt sich in einer raschen Verminderung des K/Mg -Verhältnisses in den Samen auf ein Drittel zu der Zeit wider, in der es sich in den Rappen stark erhöht. STELLWAAG-KITTLER (1966) fand, daß die Stielähme-Symptome einige Tage nach dem Überschreiten eines kritischen, sortentypisch verschieden liegenden Wertes im K/Mg -Verhältnis auftraten und weiterhin, daß die Traubenstiele gesund bleiben, wenn dieses Verhältnis nicht erreicht wird. Durch termingerechte Spritzungen mit Magnesiumchlorid auf die Trauben konnte das Auftreten der Krankheit vermieden werden. Diese Befunde wurden von anderen Autoren bestätigt (DIETRICH 1966, LAUBER 1967). STELLWAAG-KITTLER nimmt an (mündliche Mitteilung), daß der hohe Bedarf der Samen an Mg und auch an Ca bei ungenügendem Nachschub über den Transpirationsstrom zu einer vorübergehenden Verarmung des Traubenstieles an Mg führt, die durch Applikation von außen her kompensiert werden könnte.

In diesem Zusammenhang ist u. a. interessant, daß wurzelechte Europäer-Reben, die wesentlich weniger anfällig gegen Stielähme sind (CLAUS 1965, PEYER 1964), über ein besseres Aufnahmevermögen für Mg über die Wurzel verfügen als Amerikaner-Reben

(BECKER und TRIEB 1969). Es liegt auf der Hand, daß eine bessere Mg-Aufnahme durch die Wurzeln auch zu einem größeren Mg-Angebot im Transpirationsstrom führt, durch den ein akuter Bedarf auch besser gedeckt werden kann als bei erschwerter Mg-Aufnahme.

Aus den Ergebnissen, die an ganzen Organen - oder wie 1968 an bestimmten Teilen der (vegetativen) Organe - gewonnen wurden, ergibt sich die Folgerung, daß nähere Einblicke in die physiologischen Verhältnisse im Ablauf der Vegetation nur gewonnen werden können, wenn eine weitere Einengung auf spezielle Gewebe vorgenommen wird.

Besonders interessant erscheint auf Grund der vorliegenden Befunde eine Untersuchung der Transportgewebe in den Rappen, da sich diese in ihrem Verhalten wesentlich von den anderen Organen unterscheiden. Vor allem dürften hierbei Untersuchungen über die verschiedenen Phosphat-, Magnesium- und Calcium-Fractionen neue Erkenntnisse erwarten lassen; denn diese Mineralstoffe können sowohl in anorganischen als auch organischen Bindungsformen vorliegen, wobei die anorganischen z. T. in inaktiver kristalliner Form vorhanden sein können. Pauschal- oder Gesamtanalysen lassen die stoffwechselphysiologisch aktiven Anteile nicht erkennen. Wegen dieser Beschränkung in der Aussage können Analysen, die - wie im Falle der Stiellähme - die Rappen als Ganzes erfassen, zwar die Richtung für weitere Untersuchungen angeben, aber nicht die physiologischen Reaktionsabläufe erklären, die zu dieser Erkrankung führen.

VI. Zusammenfassung

Bei der Rebsorte Riesling auf der Unterlage 26 G in der Lage Rosengarten, Geisenheim, wurden in den Jahren 1966 bis 1968 im Abstand von 2 bis 3 Wochen der 2. - 4. Trieb entnommen und die verschiedenen vegetativen (Blattlamina, Blattstiele und Triebachse, die außerdem 1968 noch in Positionen aufgeteilt waren) und generativen Organe (Infloreszenz- bzw. Traubengerüst (Rappen), Samen und Beeren) zerlegt.

Neben Triebblängen und Blattzahlen wurden die Frisch- und Trockengewichte sowie die Gehalte an Makroelementen ermittelt und daraus die Mineralstoffmengen errechnet. Das Maximum der Trockenmassenbildung, die sich zur Hälfte auf die vegetativen und fruchtenden Organe verteilte, lag bei Mitte September. Von hier ab ergab sich ein stärkerer Substanzverlust infolge vorzeitigen Blatt- und z. T. auch Traubenfalls.

Die Stickstoff-Gehalte zeigten organspezifische Konzentrationen und wiesen eine abnehmende Tendenz auf. In der Triebachse und den Beeren ergab sich am Ende der Vegetationszeit ein leichter Anstieg. Rund 60 % der N-Mengen waren in den vegetativen, 40 % in den fruchtenden Organen enthalten.

Auch die Phosphor-Gehalte zeigten eine Abnahme - mit Ausnahme der Rappen, die eine Verdoppelung ihrer Konzentrationen von August bis zur Ernte aufwiesen. Im Trieb erfolgte wieder vor dem Blattfall ein Konzentrationsanstieg. Von den Phosphor-Mengen lagen rund 56 % in den vegetativen und 44 % in den fruchtenden Organen vor.

Die Kalium-Gehalte wiesen eine abnehmende Tendenz in den meisten Organen auf. Besonders hervorzuheben sind die sehr hohen Gehalte in den Blattstielen und den Rappen, mit einem deutlichen Maximum im August/September. Rund 45 % der Kalium-Mengen fanden sich in den vegetativen, rund 55 % in den fruchtenden Organen.

Die Calcium-Gehalte der vegetativen Organe wiesen einen Anstieg auf, mit besonders hohen Konzentrationen in den Blättern. In den fruchtenden Organen ergab sich

eine abnehmende Tendenz. Nur 10 % der Ca-Mengen fanden sich in den Früchten.

Die Magnesium-Gehalte wiesen, bei relativ größeren Schwankungen, gleichbleibende oder leicht ansteigende Tendenzen in den vegetativen Organen und den Samen auf, wobei in ersteren ein deutlicher Anstieg im September zu verzeichnen war. Von den Mg-Mengen befanden sich 80 % in den vegetativen, nur 20 % in den fruchtenden Organen.

In Abhängigkeit von den Positionen der vegetativen Organe (Basis, Mitte, Spitze) waren bei Stickstoff, Phosphor und teilweise auch Kalium die höchsten Gehalte in den jüngsten Organen zu finden, wohingegen sich die Ca- und Mg-Konzentrationen umgekehrt verhielten. Auch die Verhältnisse der Makroelemente (N/P, N/K, K/Mg und K/Ca) zueinander veränderten sich in typischer Weise während der Vegetationszeit.

Bei einem Ertrag von 120 kg Trauben/a (Frischgewicht) und rund 15 kg Schnittholz (Trockenmasse) konnte – ohne Berücksichtigung der im Stamm und in den Wurzeln festgelegten Mengen – ein jährlicher Entzug pro ha von rund 40 kg N, 8 kg P, 45 kg K, 60 kg Ca und 7 kg Mg ermittelt werden, wovon jedoch nur rund 12 kg N, 3,5 kg P, 18 kg K, 15 kg Ca und 2 kg Mg als Früchte oder Schnittholz aus der Anlage entfernt wurden.

In der Diskussion wird besonders auf die Bedeutung und Funktion der untersuchten Mineralstoffe während des Wachstums und der Entwicklung der Früchte eingegangen.

VII. Literatur

- | | | |
|--|-----------|--|
| AMIRELZHAUER, A.G. | (1965) | The optimal relation between the leaf area and crop yield of grape plants.
Fiziol. Rastenij, <u>12</u> , 13 - 21 |
| ASKEW, H.O.
CHITTENDER, E. T.
MONK, R.J.
WATSON, J. | (1959/60) | Chemical investigations on bitter pit of apples I.
New Zealand J. Agr. Res. <u>2</u> : 1167 - 1186 |
| " | (1960) | Chemical investigations on bitter pit of apples II and III.
New Zealand J. Agr. Res. <u>3</u> : 141 - 178 |
| BACHOFEN, R.
WANNER, H. | (1962) | Transport und Verteilung von markierten Assimilaten in Fruchtsielen von Phaseolus.
Planta (Berl.) <u>58</u> : 225 - 236 |
| BADOUR, S.S.A. | (1961) | Kennzeichnung von Mineralsalzmangelzuständen bei Grünalgen mit analytisch-chemischer Methodik.
II. Phosphatfraktionen bei Kaliummangel im Vergleich mit Magnesium- und Manganmangel.
Flora <u>151</u> , 99 - 119 |
| BANGERTH, F. | (1969) | Untersuchungen zur Ursache der Entstehung der Stippigkeit bei Apfelfrüchten und Möglichkeiten zur Bekämpfung.
Angew. Botanik <u>42</u> , 240 - 262 |
| BAUMEISTER, W. | (1969) | Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung.
1. Band von Scharrer-Linser, Springer-Verl.
Wien - New York |
| BAXTER, P. | (1962) | Bitter pit of apples.
Outlook on Agr. <u>3</u> : 274 - 277 |
| BEATTIE, J.M.
FORSHEY, C.G. | (1954) | A survey of the nutrient element status of Concord grapes in Ohio.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. <u>64</u> : 21 - 28 |
| BECKER, H.
TRIEB, G. | (1969) | Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Unterlagen auf mineralische Ernährung des Edelreises.
Die Weinwissenschaft Nr. 6 |

- | | | |
|---|--------|--|
| BECKER, N.J. | (1967) | Beiträge zur Standortforschung an Reben
(<i>Vitis vinifera</i> L.) Ergebnisse einer Erhebungs-
untersuchung im Rheingau.
Dissertation, Justus-Liebig-Univ. Giessen |
| BENSON, N.R.
BULLOCK, R.M.
CHMELIER, I.J. | (1957) | Response of Concord grapes to cultural treat-
ments and fertilizers.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. <u>69</u> : 235 - 239 |
| BERGMAN, E.L.
KENWORTHY, A.L.
BENNE, E.J. | (1959) | Growth of Concord grapes in sand cultures as
related to various levels of essential nutrient
elements.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. <u>75</u> : 329 - 340 |
| BIDDULPH, S.F. | (1967) | Microautoradiographic study of ^{45}Ca and ^{35}S
distribution in the intact bean root.
Planta (Berl.) <u>74</u> : 350 - 367 |
| BUCOVAC, M.G.
WITTEW, S.H. | (1957) | Absorption and mobility of foliar applied nutrients.
Plant Physiol. <u>32</u> , 428 - 435 |
| BURSTRÖM, H. | (1954) | Mineralstoffwechsel
Fortschr. d. Bot. <u>15</u> , 301 |
| CLAUS, P.
HEIMES, R. | (1963) | Wie kann Magnesium-Mangel bei Reben besei-
tigt werden?
Weinwissensch. <u>18</u> , 201 - 210 |
| CLAUS, P. | (1965) | Untersuchungen zur Stiellähme 1963/1964.
Weinberg und Keller <u>12</u> , 101 - 110 |
| COOK, J.A.
KISHALA, T. | (1956) | Petiole nitrate analysis is a criterion of N
needs in California vineyards.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. <u>68</u> : 131 - 140 |
| COOK, J. A. | (1966) | Grape nutrition.
Temperate to Tropical Fruit Nutrition,
Norman F. Childers Editor, S. 772 - 812 |
| DIETRICH, J.V.
BRECHBUHLER, CH. | (1965) | Quelques observations sur le flétrissement des
grappes en Alsace.
Institut viticole Oberlin Colmar, schr. Mitt. |
| " | (1966) | Novelles observations sur le flétrissement des
grappes en Alsace.
Institut viticole Oberlin Colmar, schr. Mitt. |

- | | | |
|--|--------|---|
| DIETRICH, J.V.
BRECHBUHLER, CH.
LEVY, J.F. | (1965) | Problems de la fertilisation dans la vignoble Alsacien.
Resultats d'un essai sur altruvions récentes
Vignes et Vins 137, 43 - 48 |
| DIE, J. van
TAMMES, P.M.L. | (1964) | Studies on Phloem exudation from yucca flaccida Haw. II. The translocation of assimilates. Acta Bot. Nierl. <u>13</u> , 84 - 90 |
| DINTSCHAFF, D.
STOEFF, K.
PESCHAKOFF, G.
KOLAROWA, E. | (1964) | Untersuchungen über die Stickstoff-Ernährung der Weinrebe unter Anwendung des stabilen Stickstoffisotops ¹⁵ N.
Vitis <u>4</u> : 347 - 356 |
| DRAWERT, F.
REUTHER, K.H. | (1963) | Phenol als Indikator der Huminbildung bei der Proteinhydrolyse.
Z.f.ang. Chemie <u>75</u> , 169 |
| DRAWERT, F. | (1965) | Biochemisch-physiologische Untersuchungen an Trauben. Das Verhalten der Aminosäuren während der Reifung und der Zucker nach Einfrieren der Beeren.
Vitis, Band <u>4</u> , Heft 1, S. 49 - 56 |
| DRAWERT, F. | (1965) | Über Inhaltstoffe von Mosten und Weinen und Nachweis von biogenen Aminen im Wein und deren Bedeutung.
Vitis Band 5, Heft 2, S. 127 |
| DUMKOW, K. | (1966) | Versuche zur Physiologie des Magnesiummangels bei der Rebe.
Dissertation, Universität Freiburg |
| EL-ASDOUDI, A.H. | (1966) | Untersuchungen über die Ursache und Verhinderung der Fruchtfäule bei Tomaten.
Dissertation, Landw. Hochschule Hohenheim. |
| ESCHRICHT, W.
ESCHRICHT, B.
CURRIER, H.B. | (1964) | Historadiographischer Nachweis von Ca ⁴⁵ im Phloem von Cucurbita maxima.
Planta (Berl.) <u>63</u> , 146 - 154 |
| EVANS, H.J.
TROXLER, R.V. | (1953) | Relation of calcium nutrition to the incidence of blossom-end rot in tomatoes.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. <u>61</u> : 346 - 352 |
| FEUCHT, W.
VALDES, C. | (1964) | Untersuchungen an stippigen Äpfeln.
Mitt. Klosterneuburg, Serie B, H. 5, S. 233-241 |

- | | | |
|-------------------|--------|--|
| FEUCHT, W. | (1966) | Mineralstoffgehalte alternierender Kurztriebe von Apfel und Birne.
Mitt.Rebe u.Wein, Obstbau und Fruchtverwertung, Jahrg.16,Nr. 2, 146 - 151 |
| " | (1966) | Mineralstoffe in Kurztrieben und Knospen alternierender Apfelbäume.
Die Gartenbauwissenschaft, 31.Bd., H.2, 239-255 |
| " | (1967) | Daten zum Stoffwechsel des Phosphors, Calciums und Stickstoffs in den Endknospen des Apfelbaumes zur Zeit der floralen Induktionsperiode.
12.Arch.f. Gartenbau, XV.Band, H.3, 175-182 |
| " | (1968) | Fruchtholz und Ertrag der Obstbäume.
Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau.
Heft 118, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart |
| FISCHER, H. | (1967) | Der Mineralstofftransport.
Ruhland, Handb.Pflanzenphysiologie, Bd.13, 200 - 268, Springer-Verl., Berl.-Heidelb.-N.Y. |
| FREIBERG, S.R. | (1966) | Banana nutrition.
Temperate to Tropical Fruit Nutrition.
Norman F. Childers Editor, S. 77 - 100 |
| FREY, G. | (1953) | Aktivität und Lokalisation von saurer Phosphatase in den vegetativen Teilen einiger Angiospermen und in einigen Samen.
Ber.Schweiz.Bot.Ges. <u>64</u> , 390 - 452 |
| FREY-WYSSLING, A. | (1959) | Die pflanzliche Zellwand.
Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer |
| GÄRTEL, W. | (1954) | Untersuchungen über Borschäden an Reben.
Weinberg und Keller <u>1</u> , S. 329 - 335 |
| " | (1955) | Untersuchungen über die Kalium- und Magnesiumgehalte von Rebblättern.
Weinberg und Keller <u>2</u> : S. 368 - 375 |
| " | (1958) | Kalimangel bei Reben.
Deutscher Weinbau-Kalender No.9, 67-73 |
| " | (1959) | Beitrag zur Kenntnis des Magnesium-Mangels bei Reben.
Landw.Forschung, 13.Sonderheft, S. 45 - 58 |

- GÄRTEL, W. (1960) Die Verteilung von K und Mg in Reben unter normalen Ernährungsbedingungen und bei Kalium-Mangel.
Weinberg und Keller, H.12, S. 481 - 489
- " (1961) Ernährungsstörungen bei Reben.
Mitt.Biol.Bundesanstalt f.Land- und Forstwirtschaft 104, S. 78 - 83
- " (1965) Über den diagnostischen Wert der Blattanalyse bei der Identifizierung von Ernährungsstörungen bei Reben.
Vignes et Vins. No. 138, S. 25 - 29
- GERALDSON, C.M. (1957) Control of blossom-end rot of tomatoes.
Proc.Amer.Soc.Hort.Sci. 69: S.309 - 317
- GRUJEC, S. (1964) Nukleinsäuren und einige Phosphor-Formen im Samen der Rebe während der Reife.
Savremena Poljoprivreda (Novi sad) 12, 665-673
- NIKOLIC, T.
BRIZA, K.
- GRUPPE, W. (1959) Zeitliche Veränderungen im Gehalt an Makroelementen in Einzelblättern einjähriger Apfel-langtriebe bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung.
Die Gartenbauwiss., Band 4, S. 430 - 446
- " (1961) Untersuchungen zur Kalium-, Kalzium- und Magnesiumernährung junger Apfelbäume II.
Die Gartenbauwiss., Band 4, S. 372 - 414
- HAAS de, P.G.
GRUPPE, W. (1959) Die Bedeutung des Magnesiums für die Ernährung der Obstgehölze.
Landw.Forschung 13, Sonderheft 37
- HAGLER, T.B.
SCOTT, L.E. (1949) Nutrient-element deficiency symptoms of Muscadine grapes in sand culture.
Amer.Soc.Hort.Sci.Proc. 53: 247 - 252
- HERNANDO, V.
MENDIOLA, J. (1964) Yields in accordance with foliar analysis of Vine-yards in two different aeras (la Mancha and la Rioja).
C.R.Colloque Europ.Contrôle Nutrition Min. 201 - 205, Lab.coop.Diagn.Fol.Montpellier
- HERSCHLER, A. (1933) Analysen von Rebblättern zur Feststellung des Nährstoffbedürfnisses des Bodens und zur Erkennung von Ernährungsstörungen.
Arbeiten der Biol.Reichsanstalt f.Land- und Forstwirtschaft 20, S. 633 - 665

- HEWITT, E. J. (1958) The role of mineral elements on the activity of plant enzyme systems.
Handb.d.Pflanzenphysiologie, Bd.IV, Verl. Springer, Berlin - Göttingen - Heidelberg
- HIROYASU, T. (1961) Nutritional and physiological studies on grape vine.
I. Growth studies of the underground and above-ground parts of vines,
J.Jap.Soc.Hort.Sci. 30
- HOFFER, G.N. (1949) Deficiency symptoms of corn and small grains.
Krantz, B.A. Hunger Sign in crops, S. 66, Washington, D.C.: The American Society of Agronomy
- HOPP, H.H. (1965) Beobachtungen über das Auftreten der Stiel-
lähme in einigen südbadischen Rebanlagen.
Die Wein-Wissenschaft, 3, S. 97 - 109
- KALRA, G.S. (1956) Responses of the tomato plant to calcium deficiency.
Bot.Gaz. 118, 18
- KERTESZ, D. (1951) The Pectic Substances.
P.O. 77 Intecience Publis New York
- " (1957) State of copper in polyphenoloxidase (tryosinase)
Nature 180, 506
- KIDSON, E.B. (1963) Chemical investigations on bitter pit of apples IV.
CHITTENDEN, E.T. The calcium content of skin and flesh of apples
BROOKS, J.M. in relation to bitter pit.
New Zealand J.Agric.Res. 6: S. 43 - 46
- KOBLET, W. (1969) Wanderungen von Assimilaten in Geiztrieben.
Schweiz.Z.f.Obst-u.Weinbau Nr.20, 105 J.
- KRAPF, B. (1968) Beitrag zur Anatomie des Traubenstiels.
THEILER, R. Schweiz.Z.f.Obst-u.Weinbau Nr.104, 220 - 222
- KOLESNIKOW, W.A. (1964) Über die Anwendung des Phosphor-Isotops p^{32}
PALKEVI, Ph. bei Versuchen mit Obstgehölzen.
In: Physiol.Probleme im Obstbau.
Deutsche Akad.Landwirtsch.Wiss. S. 243
- KURSANOW, A.L. (1961) Effect of ATP on the entry of assimilates into
BROVCHENKO, M.L. the conducting system of sugar beets (Engl.trans)
Fiziologiya Rast, 8: 211 - 217
- KOBLET, W. (1969) Wanderungen von Assimilaten in Rebtrieben.
Schweiz.Z.f.Obst-u.Weinbau Nr.21, 105 J.

- | | | |
|--|--------|--|
| KURSANOW, A.L. | (1961) | The transport of organic substances in plants.
Endeavour, 20: 19 - 25 |
| " | (1963) | Metabolism and the transport of organic substances in the phloem .
In advances in Botanical Research, vol. I.
Edit. R.D. Preston Academic Press. |
| LÄUCHLI, A. | (1967) | Nachweis von Ca-Strontiumablagerungen im
Fruchtsiel von Pisum sativum mit der Röntgen-
Mikrosonde.
Planta (Berl.) <u>73</u> , S. 221 - 227 |
| " | (1968) | Untersuchungen mit der Röntgen-Mikrosonde
über Verteilung und Transport von Ionen in
Pflanzengeweben. II. Ionen-Transport nach
den Früchten von Pisum sativum.
Planta (Berl.) <u>83</u> , S. 137 - 149 |
| LAFON, J.
COUILLAUD, P.
GAY-BELLIL, F.
LEVY, J.F. | (1964) | Colloque Europeen sur le control de la nutrition
et de la fertilisation en viticulture, arbriculture
et autres cultures mediterraneennes.
Montpellier 28. IX - 3.X. |
| " | (1965) | Rythme de l'absorption minerale de la vigne
an cours d'un cycle vegetativ.
Vignes et Vins <u>140</u> , S. 17 - 21 |
| LAGATU, H. | (1924) | Untersuchung über den Einfluß von Kalk-
Magnesio- und Kalidüngung auf den Wein-
stock durch die periodische Analyse der Blätter.
Compt. rend.Académ. Paris <u>179</u> , 932. |
| " | (1932) | Un cas d'absolue neseccité d'engrais potassique.
Progrès agricole 49e, Année, Tome <u>97</u> , 576-581. |
| " | (1934) | Nouvelle observations sur la nutrition de la
vigne controlée par l'analyse chimique de
la feuille.
Compt.Rend.Acad.Ag. <u>34</u> : 861 - 864 |
| LARSEN, R.P.
KENWORTHY, A.L.
BELL, H.K. | (1955) | Shortages of K limit Michigan grape yields.
Better Crops 39: No. <u>2</u> , 13 - 16 |
| LAUBER, H.P.
KOBLET, W. | (1966) | Untersuchungen über die Stiellähme der
Trauben.
Schweiz.Z.für Obst-u.Weinbau Nr. <u>4</u> , 89 |

- LAUBER, H.P.
KOBLET, W.
BURKI, TH. (1966) Untersuchungen über die Stielhäme der Trauben.
Schweiz.Z.f.Obst-und Weinbau, 102, Nr.9, S.89
- LAUBER, H.P.
KOBLET, W. (1967) Spritzversuche gegen die Stielhäme der Trauben.
Schweiz.Z.f.Obst-und Weinbau, 103, 283-290
- LEHMANN, K.
GRAZ, J. (1964) Zur Calciumernährung einiger Kulturpflanzen.
Z. Pflanzenernähr. Dung und Bodenk. 104, 1 - 11
- LELAKIS, M.P. (1958) Sur un nouvel optimum expérimental de l'alimenta-
tion de la vigne déterminé par le diagnostic
foliaire basé sur l'analyse des feuilles.
Prélevées au niveau des grappes (4^oet 5^o noeuds)
C.R.Acad.Agric.France 44, S. 221 - 224
- LOTT, W.L. (1952) Magnesium deficiency in muscardine grape vines.
Proc.Am.Soc.Hort.Sci. 60, S. 123 - 131
- LOTT, H. (1969) Über die Samenkeimung bei vitis vinifera-Sorten
und Nachkommen aus interspezifischen Kreuzungen.
Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen
- LUBLIN, M.
ENNIS, H.L. (1964) On the role of intracellular potassium in protein
synthesis.
Biochem. and Biophys.Acta 82, S. 614 - 631
- LYON, C.B.
BEESON, K.C.
BARRENTINE, M. (1942) Macro-element nutrition of the tomato plant as
correlated with fruitfulness and occurrence of
blossom-end rot.
Bot.Gaz. 103, S. 651 - 667
- MARTIN, D
WADE, G.C.
ROLLIS, J.M. (1964) The effect of crop size and low levels of major
nutrients on fruit characteristics and incidence of
storage pit in sturmer apples in pot experiments.
Austral.J.Exp.Agric.Anim.Husb. 4, 260 - 264
- MARTIN, D. (1968) ⁴⁵Ca movement in apple trees.
Experiments in Tasmania 1960 - 1965.
Field Stat.Rec. 6, 49 - 54
- MASON, T.G.
MASKELL, E.J. (1931) Further studies on transport in the collen plant.
I. Preliminary observations on the transport of
phosphorus, potassium and calcium.
Ann. Bot. 45, S. 125 - 173
- MAYNARD, D.N.
BARHAM, W.S.
MC.COMBS, C.L. (1957) The effect of calcium nutrition of tomatoes as
related to the incidence and severity of
Blossom-end rot.
Proc.Am.Soc.Hort.Sci. 69: S. 318 - 322

- MENGEL, K. (1965) Beweglichkeit und Verteilung von aufgenommenem Kalium in jungen Gerstenpflanzen. Landwirtschaftl. Forschung, Sonderh. 19, S. 145
- " (1968) Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. VEB Gustav Fischer Verlag Jena
- " (1969) Der Eintritt der Nährstoffe in den Stoffwechsel und ihre weitere Verarbeitung (Makronährstoffe). Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung, Band I, 1. Hälfte, Scharer-Linser, Springer Verlag Wien - New York
- MICHAEL, G. (1962) Einfluß unterschiedlicher Luftfeuchtigkeit und
MARSCHNER, H. Transpiration auf Mineralstoffaufnahme und -verteilung. Z.f.Bodenkunde und Pflanzenernährung, Band 96
- MOORBY, J. (1968) The effect of growth substances of transport in plants. The transport of plant homones. Y-Vardar
- MORGEN, A. (1952) Der trierer Geländebesonnungsmesser. Der Deutsch.Wetterd. US-Zone, 42, 342-343
- MÜLLER, K. (1969) The mechanism of Kinetin-induced transport in
LEOPOLD, C.D. Cornleaves. Planta (Berl.) 55, S. 349 - 362
- PEYER, E. (1964) Vegetationsversuche mit Tropfneben.
KOBLET, W. Die Weinwissenschaft 18: S. 588 - 603
ZWICKY, P.
- PIRSON, A. (1952) Stoffwechsel und Mineralsalzernährung einzelli-
TICHY, C. ger Grünalgen. Planta (Berl.) 40, S. 199
WILHELMI, G.
- PREUSCHOFF, H.G. (1968) Mineralstoffgehalte von Apfelblättern in Abhän-
gigkeit von ihrer Stellung in der Baumkrone. Dissertation, Landwirtschaftl.Universität Bonn
- RASMUSSEN, G.K. (1961) Effects of calcium, potassium and magnesium on
oxalic, malic and citric acid content of Valencia
orange leaf tissue. Plant, Physiol. 36, S. 99 - 101
- RODRIGUEZ, T.P. (1965) Equilibrio nutritivo en vinedos de Andalucia zonas
GONZALES-GARCIA, F. de el condado y jerez de la Frontera. Vignes et Vins 137, S. 35 - 41

- SAUTER, J. J. MARQUARDT, H. (1965) Phosphatase-Aktivität und Stofftransport im Holzstrahl-Parenchym von Populus. Naturwiss. 52
- SAUTER, J. J. (1966) Untersuchungen zur Physiologie der Pappelholzstrahlen. II. Jahresperiodische Änderungen der Phosphatase-Aktivität im Holzstrahlparenchym und ihre mögliche Bedeutung für den Kohlenhydratstoffwechsel und den aktiven Assimilattransport. Zeitschr. Pflanzenphysiol., Bd. 55, S. 349-362
- SCHARRER, K. MENGEL, K. (1958) Über den Kalium-Magnesium-Antagonismus bei Mais und Sonnenblumen. Z.f. Pflanzenernährung, Düng., Bodenk. 83, 149
- SCHEFFLER, F. PAJENKAMP, W. (1951) Phosphat-Bestimmung in Pflanzen nach der Molybdän-Vanadin-Methode. Z.f. Pflanzenernährung, Düng., Bodenk. 56, 2 - 8
- SCHMALFUSS, K. SCHULZE, W. (1961) Über Nährstoffverlagerungen in den Holzgewächsen. Flora, 150, S. 353
- SCHUMACHER, W. (1967) Die Fernleitung der Stoffe im Pflanzenkörper. Handbuch der Pflanzenphysiol., Band XIII, S. 13
- SHAULIS, N. (1954) K deficiency in the vineyard and its cure. Farm Research (N.Y. State Ag. Expt. Sta.) April, 4
- SHAULIS, N. KIMBALL, K. (1956) The association of nutrient composition of Concord grape petioles with deficiency symptoms, growth, and yield. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 141 - 156
- SHAULIS, N. (1961) Associations between symptoms of potassium deficiency, plant analysis, growth and yield of Concord grapes. Plant Analysis and Fertilizer Problems, Pub. No. 8, Amer. Inst. Biol. Sci., Washington, D. C., S. 44 - 48
- SHELLDRAKE, A.R. NORTHCOTE, D.H. (1968) Some constituents of xylem sap and their possible relation to xylem Differentiation. J. Exp. Bot. 19
- SCHWARZE, P. (1958) Der Stoffwechsel der Schwefel und Phosphor haltigen Verbindungen. Handbuch der Pflanzenphysiol., Band IX, W. Ruhland
- SMITH, C.B. FLEMING H.K. POORBAUGH, H.J. (1957) The nutritional status of Concord grape Vines in Erie County, Penns., as indicated by petiole and soil analysis. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70, 189 - 196

- STEINBERG, B. (1968) Untersuchungen über Wurzelspitzenverteilung bei Pfropfreben (*Vitis vinifera* L).
Dissertation der Justus-Liebig-Universität, Giessen
- STELLWAAG, F. (1953) Symptome des Magnesium-Mangels an Reben.
Mitteilungen, Serie A, 4, 37 - 44
- STELLWAAG, F. (1959) Die Ernährungsstörungen der Rebe.
KNICKMANN, E. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- STELLWAAG-KITTLER, F. (1962) Stielhäule und Stielähme: Ursachen des Erdtraubenfalles. Der Deutsche Weinbau Nr. 24
- STELLWAAG-KITTLER, F. (1964) Die Stielähme der Trauben.
HAUB, G. Der Deutsche Weinbau, Nr. 20
- " (1965) Neue Erkenntnisse über die Stielähme der Trauben.
Der Deutsche Weinbau, Nr. 23
- STELLWAAG-KITTLER, F. (1966) Internationales Stielähme-Kolloquium in Geisenheim.
Der Deutsche Weinbau, Nr. 16
- " (1969) Möglichkeiten der Botrytisbekämpfung an Trauben unter Berücksichtigung der epidemiologischen Grundlagen.
Weinberg und Keller, Band 16, S. 109 - 134
- STEVENINCK, van R.F.M. (1965) The significance of Calcium on the apparent permeability of cell membranes and the effects of substitution with other divalent ions.
Physiol. Plantarum 18, 54
- SUGIYAMA, T. (1952) Mg deficiency in grapes.
IWATA, M. Japanese J. Hort. Ass. Japan 21, S. 161 - 164
YASHIRO, H.
- TAGAWA, T. (1958) Einfluß der Wachstumsstoffe und der Ionen Interaktionen auf die mechanischen Eigenschaften der Haferkeimung.
BONNER, J. Kali-Briefe, Fachgebiet 1, 37. Folge
- THIEMANN, K.V. zit. bei TAGAWA / BONNER
SCHNEIDER, E.L. Kali-Briefe, Bern, Fachgeb. 1, 37. Folge
- TROLL, W. (1969) Die Infloreszenzen.
Band 2, Teil 1, G. Fischer-Verlag, Stuttgart
- ULRICH, B. (1961) Die Wechselbeziehungen von Boden und Pflanze in physikalisch-chemischer Betrachtung.
F. Enke Verlag, Stuttgart

- ULRICH, A. (1942) K content of grape leaf petioles and blades contrasted with soil analysis as an indicator of the K status of the plant.
Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 41: 204 - 212
- WAGNER, P. (1907) Forschungen auf dem Gebiet der Weinbergdüngung.
Arb. der DLG, Heft 124
- " (1911) Kann man aus der chemischen Untersuchung der Reblätter Aufschluß auf den Düngungszustand des Weinberges erhalten?
Bericht über die Tätigkeit der Landwirtschaftl. Versuchsstation Darmstadt
- " (1924) Meine Erfahrungen auf dem Gebiet der Rebendüngung.
Mitt. der DLG 39, 131
- WALLACE, E. (1966) Calcium requirements of higher plants.
Nature, 209 - 634
- FROLICH, E.
LUND, O.R.
- WANNER, H. (1952) Phosphatase-Verteilung und Kohlenhydrattransport in der Pflanze.
Planta (Berl.) 41, 190 - 194
- WANNER, H.
BACHOFEN, R. (1961) Transport und Verteilung von markierten Assimilaten I.
Planta (Berl.) 57, 531 - 542
- WELLENBRINK, (1967) Der Transport der phosphor- und schwefelhaltigen Verbindungen.
Handb. d. Pflanzenphysiol, Band XIII, S. 178 - 199
- WIENEKE, J. (1968) Untersuchungen an Apfelfrüchten zur Aufnahme und Verlagerung von ^{45}Ca Chlorid nach Applikation auf die Schale in verschiedenen Stadien der Fruchtentwicklung.
Atompraxis 14, 1 - 4
- WIERSUM, K.L. (1966) Calcium content of fruits and storage tissues in relation to the mode of water supply.
Acta Botanica Neerlandia 15, 406 - 418
- WILHELM, A.F. (1950) Zur Kenntnis von Kali-Mangelerkrankungen bei der Weinrebe *vitis vinifera* L.
Phytopath. Zeitschr. 17, 240 - 265
- " (1954) Magnesium-Mangel bei der Weinrebe.
Kali-Briefe, Fachgebiet 5, 1. Folge
- " (1955) Zur Diagnose von Nährstoffmangelerkrankungen bei Reben.
Weinberg und Keller 2, S. 297

- WILKINSON, B. (1958) The effect of orchard factors on the chemical composition of apples. J.Hort. Sci 33, 49
- ZIEGLER, H. (1956) Untersuchungen über die Leitung und Sekretion der Assimilate. Planta (Berl.) 47, S. 447 - 500
- " (1960) Über den Nachweis von Uridindiphatglukose (UDPG) im Phloem von *Heracleum Montegazzianum* Somm. et lev. Naturwissenschaften 47, 140
- ZIEGLER, H. (1960) Phosphatase-Aktivität in den "Straßburger" HUBER, F. Zellen der Koniferennadeln. Naturwissenschaften 47, 305
- ZIEGLER, H. (1962) Die wasserlöslichen Vitamine in Siebröhrensäften ZIEGLER, I. einiger Bäume. Flora (Jena) 152, 257, 258
- ZIEGLER, H. (1963) Der Ferntransport organischer Stoffe in den Pflanzen. Naturwissenschaften 50, 177-186
- ZIEGLER, H. (1964) Der ATP-Gehalt der Siebröhrensäfte von Laub- KLUGE, M. bäumen. Planta (Berl.) 61, 167 - 177
- ZIEGLER, H. (1965) Use of isotopes in the study of translocation in rays. isotopes and radiation in soil-plant studies, S. 361 - 370, Wien: Intern.Atomic Energy Agency.
- " (1968) Verwendung von ⁴⁵ Calcium zur Analyse der Stoffversorgung wachsender Früchte. Planta (Berl.) 60, 41 - 45

Lebenslauf

Am 3. März 1937 wurde ich in der Stadt Ghoutchan, Provinz Khorassan/Iran, geboren. Eingeschult wurde ich 1944 in die Volksschule Schirwan, die ich nach 6 Jahren mit der Abschlußprüfung 1950 verließ. In meiner Heimatstadt besuchte ich anschließend die Oberschule Djowini, wo ich 1955 das 1. Abitur ablegte. Anschließend ging ich 1 Jahr zur Firdowsi-Oberschule in Mesched; dort bestand ich 1956 das 2. Abitur im naturwissenschaftlichen Zweig.

Da ich vorhatte, in Europa Landwirtschaft zu studieren, war ich, um meine finanziellen Mittel aufzubessern, von 1956 - 1958 als Volksschullehrer in Ghoutchan tätig.

Im Oktober 1958 reiste ich nach Deutschland. An der Universität Göttingen erlernte ich zunächst die deutsche Sprache. Daran schloß sich ein einjähriges landwirtschaftliches Praktikum an. 1960 begann ich dann an der Georg-August-Universität Göttingen mein landwirtschaftliches Studium, wo ich am 11. Jan. 1965 mein Diplom erhielt.

Nach einem mehrmonatigen Besuch in meiner Heimat absolvierte ich im Hinblick auf meine baldige Promotion ein 4-monatiges Praktikum am Institut für Pflanzenschutz in Hannover.

Seit dem 15. Febr. 1966 bin ich im Institut für Pflanzenkrankheiten der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt Geisenheim tätig. Von 1966 bis 1969/70 befaßte ich mich mit der Durchführung vorliegender Arbeit.

Im November 1967 schloß ich die Ehe mit Frl. Annelies Fliegner aus Einbeck.

